



Universidad  
de Alcalá



UNIVERSIDAD  
COMPLUTENSE  
MADRID



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID



Universidad  
Rey Juan Carlos

**Título Trabajo Fin de Máster:** “Conectando la ciudad con su entorno: contribución del conejo en la ciudad de Madrid”

**Máster Universitario en Restauración de Ecosistemas**

**Presentado por:**

D. Samuel Muñoz Dorado

**Director:**

Dra. D<sup>a</sup> María Dolores Jiménez Escobar

**Tutor académico:**

Dra. D<sup>a</sup> María Dolores Jiménez Escobar

En Madrid a 28 de septiembre de 2020

# Índice

|   |    |
|---|----|
| Resumen.....  | 1  |
| Abstract y palabras clave .....   | 2  |
| 1 Introducción .....  | 3  |
| 2 Objetivos .....   | 6  |
| 3 Material y métodos.....   | 7  |
| 3.1 Caracterización del área de estudio y selección de nodos, áreas núcleo y corredores<br>potenciales .....  | 7  |
| 3.1.1 Área de estudio.....  | 7  |
| 3.1.2 Selección de nodos, áreas núcleo y corredores potenciales. ....   | 7  |
| 3.2 Enfoque metodológico .....  | 10 |
| 3.2.1 Muestreo de parques y jardines.....   | 10 |
| 3.2.2 Muestreos de corredores potenciales.....  | 11 |
| 3.2.3 Estudio de los nodos y conectores.....  | 11 |
| 3.2.4 Análisis de datos.....  | 15 |
| 3.2.5 Generación de un mapa de permeabilidad mediante SIG .....   | 15 |
| 3.2.6 Evaluación conjunta de los corredores, jerarquización y establecimiento de<br>prioridades territoriales para el desarrollo de la propuesta para la gestión..... | 17 |
| 4 Resultados .....  | 17 |
| 4.1 Distribución del conejo en la ciudad de Madrid y su entorno .....   | 17 |
| 4.2 Análisis de la conectividad.....  | 18 |
| 4.3 Caracterización del hábitat y modelo de idoneidad.....  | 22 |
| 4.4 Análisis de la permeabilidad del paisaje .....  | 23 |
| 5 Discusión.....  | 24 |
| 6 Conclusiones .....  | 31 |
| 7 Agradecimientos.....  | 31 |
| 8 Referencias.....  | 33 |

## Anexos

|   |    |
|---|----|
| Anexo I: Caracterización de hábitat ..... | 41 |
| Anexo II: Mapas.....                      | 49 |

## Resumen

Existen numerosos estudios acerca de las infraestructuras lineales y su efecto fragmentador del paisaje, sin embargo, son muy pocos aquellos que contemplan la posibilidad de ser consideradas vías de conexión entre especies. En espacios dónde la expansión urbana ha catalizado un rápido incremento de la red viaria, mejorar el conocimiento sobre el papel de dichas infraestructuras para la conservación de la biodiversidad y acercar los servicios ecosistémicos, permitiría contribuir a orientar medidas de gestión más sostenibles. En este trabajo, se presenta un caso de estudio en la ciudad de Madrid y se analiza cómo algunas carreteras de conexión, pueden asistir a mejorar la conectividad funcional entre el campo-ciudad. Por lo tanto, se valorará la capacidad de renaturalización de la ciudad de Madrid desde su entorno, mediante posibles corredores que ofrecerían las márgenes de las carreteras, tomando como indicador la presencia del conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*), ya que ha sido descrito como especie clave, e ingeniera en ecosistemas mediterráneos. Por tanto, este enfoque compatibilizaría la conservación del vertebrado y la renaturalización de la urbe. Para llevar a cabo estos objetivos, en primer lugar, se muestrearon 50 parques y 17 conexiones potenciales (878 taludes y márgenes de carreteras), donde anotamos la presencia de conejo, y se caracterizó cada una de las zonas a través de variables estructurales (coberturas, pendientes, tamaño, etc) y de localización (distancia al centro, conectividad). La presencia del conejo tanto en parques como taludes, lo definieron elementos estructurales como el porcentaje de suelo desnudo, la pendiente media, el perímetro, el área y el grado de conectividad. Por otra parte, los resultados del análisis de conectividad mostraron que conviene concentrar los esfuerzos de restauración sobre un reducido número de nodos y conectores que se ubican en las zonas más permeables del paisaje, ya que son aquellos que mayor calidad aportan al espacio, no obstante, es necesario evaluar otras variables que son discutidas en este trabajo.

## Abstract

There are numerous studies on linear infrastructures and their fragmenting effect on the landscape, however, very few of them examine the possibility of being considered as connecting routes between species. In areas where urban expansion has catalyzed a rapid increase in the road network, improving knowledge about the role of said infrastructures for the conservation of biodiversity and bringing ecosystem services closer together, would help guide more sustainable management measures. In this paper, a case study in the city of Madrid is presented and it is analyzed how some connecting roads can help by improving functional connectivity between the countryside and the city. Therefore, the renaturation capacity of the city of Madrid from its surroundings will be assessed through possible corridors that would offer the road margins, taking as an indicator the presence of the European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*), since it has been described as a key species, and an engineering species in Mediterranean ecosystems. Therefore, this approach would reconcile the conservation of the vertebrate and the rewilding of the city. To carry out these objectives, in the first place, 50 parks and 17 potential connections (878 slopes and road margins) were sampled, where we noted the presence of rabbits, and each one of the zones was characterized through structural variables (coverage, slopes, size, etc.) and location (distance to the center, connectivity). The presence of the rabbit both in parks and slopes was defined by structural elements such as the percentage of bare soil, the average slope, the perimeter, the area and the degree of connectivity. On the other hand, the results of the connectivity analysis showed that it is convenient to concentrate the restoration efforts on a small number of nodes and connectors that are located in the most permeable areas of the landscape, since they are those that contribute the highest quality to the space, however, it is necessary to evaluate other variables that are discussed in this work.

**Palabras clave:** Conejo europeo, Infraestructura verde, Madrid, Rewilding, Permeabilidad.

## 1 Introducción

El conejo común (*Oryctolagus cuniculus* L.) es considerado por muchos autores como una “especie clave”, pudiendo llegar a desempeñar un papel indispensable en los procesos espaciales que tienen lugar al nivel del ecosistema (Gálvez, 2008; Bravo, *et al* 2009; Gálvez-Bravo *et al.*, 2009). Los individuos pertenecientes a esta especie, son capaces de desarrollar sistemas de madrigueras (vivares) a lo largo de grandes extensiones espaciales, modificando el ecosistema en el que deciden establecerse (Gálvez-Bravo *et al.*, 2009; Willott *et al.*, 2000). El área que rodea las madrigueras, se encuentra normalmente sujeta a altos niveles de perturbación, que afectan a suelos y vegetación (Lombardi *et al.*, 2007). Estas perturbaciones inducen cambios físico-químicos en las propiedades del suelo, aumentando su fertilidad y generando pequeños microhábitats para otras especies (balizas territoriales) (Willott *et al.*, 2000; Gálvez-Bravo, *et al* 2009). Esto último, puede suponer efectos significativos en la estructura espacial del paisaje y la distribución de recursos, pudiendo inducir un aumento en la biodiversidad y afectar a los ecosistemas a diferentes escalas (Dellafiore *et al.*, 2008). Todo ello provoca que, el conejo común, haya sido definido como una “especie ingeniera”, al ser capaz de crear parches dentro de un hábitat donde, las condiciones ambientales y la disponibilidad de recursos, posibiliten su utilización por otros animales y plantas (Gálvez, 2008; Narce *et al.*, 2012; Cubas *et al.*, 2017). El rol del conejo europeo como “especie ingeniera”, ha sido poco estudiado en la literatura, siendo sus interacciones tróficas, aquellas que gobiernan la mayor parte de los documentos de carácter científico que estudian su papel en los ecosistemas, al ser considerada la base de muchas de las cadenas tróficas en el mundo mediterráneo (Palomares y Delibes, 1997; Delibes, 2006; Yuste, 2010). Actualmente, el conejo europeo se encuentra recogido en la lista roja de especies amenazadas a nivel nacional, dentro de la categoría “Vulnerable”. Esto se debe al declive de sus poblaciones debido a, entre otros factores, la pérdida de hábitat óptimo por cambios en los usos del suelo y las prácticas agrícolas durante los últimos años (Dickman, 1987; Virgós *et al.*, 2003). Este es el caso de los entornos urbanos, como la ciudad de Madrid, en la que la fragmentación y destrucción de hábitat han sido el desencadenante principal de la pérdida de biodiversidad y recursos, y con ello las poblaciones de esta especie (Chernousova, 1996; Leboreiro, 2015; Newbold *et al.*, 2015).

El fenómeno de fragmentación de hábitats, supone la pérdida directa de continuidad física entre las distintas partes de un territorio y, por tanto, de los hábitats que este contenga, lo que implica una menor conectividad espacial. Este tipo de procesos son considerados como una de las principales amenazas para la conservación de la biodiversidad (Fahrig, 2003; Fischer y Lindenmayer, 2007; Shochat *et al.*, 2010). La falta de planeamiento territorial en la ciudad de Madrid, ha conducido a modelos de ocupación del suelo fragmentados, y a un aumento de la segregación territorial y social, muchas veces sin el apoyo de un aumento de población, basado en las infraestructuras de transporte y ocupando, en múltiples casos, espacios de alto valor ambiental (Chernousova, 1996; Lebreiro, 2015; Newbold *et al.*, 2015). El modelo de ocupación del suelo en la Comunidad de Madrid, ha obedecido a un conjunto de factores que no han sido planificados de una manera integrada, que se relacionan con la oferta de suelo y la previa provisión de infraestructuras de transporte, provocando un gasto de recursos que conducen a una sobreexplotación insostenible a largo plazo, debido a factores como el consumo de suelo, al aumento de la utilización del vehículo privado y, al abandono y homogenización de los usos en los espacios centrales de la ciudad (Lebreiro, 2015). Desde hace más de siete décadas, la ciudad de Madrid ha sufrido una dispersión muy significativa, a ello han contribuido la creación de nuevos barrios o distritos (Hortaleza) y la adhesión de antiguos pueblos cercanos (Villaverde), lo que ha supuesto la invasión de hábitats naturales y su fragmentación, como consecuencia del fenómeno denominado “*urban sprawl*” (expansión urbana), caracterizado por una ocupación del territorio de baja densidad, en la que se produce un aumento de la movilidad transversal y del uso del vehículo privado (Lebreiro, 2015).

En paralelo al desarrollo urbanístico, ha crecido la necesidad de movilidad y han aumentado las infraestructuras de transporte, así como los taludes y márgenes artificiales asociados. Los efectos negativos de dichas infraestructuras son bien conocidos (efecto barrera; muerte por colisión) y existe una extensa bibliografía científica documentando dichos efectos (Trombulak y Frissell 2000; D’Amico *et al.*, 2015; Ruiz-Capillas *et al.*, 2015; Barrientos *et al.* 2018). No obstante, también existen evidencias de que los espacios asociados a dichas infraestructuras, pueden ofrecer hábitat suficiente para permitir la movilidad de algunas especies, tanto de plantas como de animales (De la Riva *et al.*, 2011; De Torre *et al.*, 2015; Arenas *et al.*, 2017).

En el caso concreto de la ciudad de Madrid, su periferia ha ido perdiendo progresivamente las zonas agrícolas, al haber sido transformadas en su mayoría en

polígonos y terrenos artificiales (Leboreiro, 2015). Sin embargo, parte de estas zonas fragmentadas han conservado características que las asemejan a sus orígenes, de forma que se mantiene parte de su carácter natural, dentro del mar de asfalto en el que se está transformando la gran urbe y sus zonas aledañas (McPhearson, 2015). Son aquellos pequeños islotes de naturaleza en forma de parques y zonas verdes, las que pueden albergar un elevado número de especies, constituyendo pequeños repositorios de biodiversidad y servicios ecosistémicos para las grandes superficies urbanas (Bolund y Hunhammar, 1999). Por lo que analizar el papel que pueden jugar las márgenes de carretera en ofrecer vías de interacción entre el campo y la ciudad, en un contexto como Madrid, podría ayudar a poner en marcha estrategias de renaturalización y acercar los servicios ecosistémicos que ofrece el medio natural. La renaturalización o rewilding, es una concepción de la conservación a gran escala, consistente en devolver un ecosistema a un estado lo más próximo posible al referente histórico/ecológico (previo a la intervención humana). En el caso de las ciudades, este debe ser empleado en los espacios naturales que se encuentran dentro o en el área de influencia de las ciudades, como método para preservar ecosistemas funcionales y reducir la constante pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos. Este cambio de paradigma, pretende ayudar al ecosistema a recuperarse y a mantenerse con poco esfuerzo adicional, permitiendo así que la naturaleza se cuide a sí misma y que sean los procesos naturales, los que reparen y restauren los paisajes/ecosistemas degradados (Perino *et al.*, 2019). Los proyectos de renaturalización, suelen centrar sus esfuerzos en recuperar la conectividad entre áreas que conservan su capital natural (áreas núcleo), favoreciendo la reintroducción de aquellas especies consideradas clave para aumentar la biodiversidad, y alcanzar la autorregulación del sistema (Niemela, 1999; Benito-Molina, 2014). Por ello, se utilizará el modelo de infraestructura verde, cuya eficacia depende de tres factores: una planificación integral del territorio, que permita tratar de forma conjunta el ámbito de estudio y su periferia; un adecuado modelo de gestión, basado en la conectividad ecológica; y un programa de participación pública, cuya efectividad resida en la concienciación social/ciudadana acerca de los valores ambientales inherentes al territorio del que se trate (Valladares-Ros *et al.*, 2017).

Por todo ello, el estudio que aquí se propone, se basa en una aproximación utilizando como modelo el conejo europeo como ingeniero de ecosistemas, para así explorar la posibilidad de la existencia de corredores entre zonas verdes dentro de la matriz urbana y su entorno. Nuestro estudio quiere poner de manifiesto si existe conectividad

suficiente entre la ciudad y el medio natural que permita a los individuos de esta especie atravesar grandes extensiones de terreno fuertemente antropizado, con objetivo final de discutir las posibilidades de renaturalización/rewilding de la ciudad de Madrid.

## **2 Objetivos**

El objetivo general de este trabajo, es explorar la posibilidad de la existencia de corredores entre las zonas verdes, dentro de la matriz urbana y su entorno, empleando el conejo como especie modelo. Asimismo, se pretende identificar las características del hábitat que son seleccionadas por el conejo dentro de la ciudad de Madrid y, por lo tanto, conocer el aporte de los espacios verdes de Madrid para la conservación del conejo.

Los objetivos específicos de este TFM son:

- I.** Determinar la distribución de conejo en la ciudad de Madrid (en parques y márgenes de carretera)
- II.** Caracterizar dichas áreas a través de sus características ambientales (coberturas, pendientes, distancias al centro de la ciudad, conectividad, tamaños y formas)
- III.** Identificar el grado de conectividad entre parques y periferia, a través de los posibles corredores (márgenes de carretera)
- IV.** Identificar qué variables explican mejor la distribución actual de los conejos en la ciudad de Madrid.

Por último, se discutirán actuaciones de mejora (según las características ambientales de cada sector), para la gestión de la biodiversidad y mejorar los servicios que el conejo proporciona a la ciudad de Madrid



### **3 Material y métodos**

#### **3.1 Caracterización del área de estudio y selección de nodos, áreas núcleo y corredores potenciales**

##### **3.1.1 Área de estudio**

El área de estudio se encuentra fuertemente antropizada, siendo la zona periférica aquella en la que resulta posible encontrar dos tipos de paisaje: las campiñas de la meseta sur y las grandes ciudades y áreas metropolitanas. Estas divisiones territoriales comprenden realidades paisajísticas sectoriales y dotadas de gran heterogeneidad, lo que se refleja en la distribución espacial de los usos del suelo (Anexo II, Fig. 1-3). El uso “Urbano” supone un 30,3 % del área estudiada, mientras que una importante proporción del espacio se encuentra ocupada por zonas naturales y seminaturales, que al considerarse de forma conjunta suponen un 32,08% del total. La potencialidad del espacio desde el punto de vista de este trabajo es alta, ya que la superficie ocupada por zonas verdes urbanas alcanza el 5,28% del área a emplear y la red viaria supone el 6,33% del espacio (Anexo II, Fig. 3). Las carreteras se encuentran dispuestas sobre el terreno a modo de sucesiones de anillos concéntricos, subdivididos por elementos radiales que actúan a modo de conexión entre los anteriormente mencionados. Este modelo de urbanización deriva de un proceso de “periferización” de la residencia y el empleo, principalmente basado en los niveles de renta y el precio del suelo. Son, por tanto, la fragmentación institucional y la falta de una autoridad única que gobierne el área funcional, lo que dificulta la coordinación entre jurisdicciones en la provisión de servicios, y la gestión y desarrollo de los conglomerados urbanos (Leboreiro, 2015).

##### **3.1.2 Selección de nodos, áreas núcleo y corredores potenciales.**

El área de estudio comprende, por tanto, el área metropolitana y los alrededores de la ciudad de Madrid, Las 60.580 hectáreas que incluyen en su interior las 50 zonas verdes o nodos (parques y jardines urbanos) seleccionados para llevar a cabo nuestro trabajo (Anexo II, Fig. 4). El criterio de selección de las zonas verdes fue el mismo que el utilizado en dos trabajos previos de fin de grado, titulados: “Estudio de la distribución de los conejos en los parques urbanos de Madrid” y “Caracterización ecológica del

hábitat del conejo en parques urbanos de Madrid”, dicho criterio fue llevar a cabo un muestreo en parques de dentro de la ciudad de Madrid distribuidos por todos los barrios y distritos de forma equilibrada, para tener una muestra representativa de todo Madrid. Atendiendo a este criterio se muestreó un 65,11% del total de la superficie ocupada por parques y áreas ajardinadas de la ciudad (Martín, 2016; De Pedro, 2017).

La asignación de la categoría de áreas núcleo a los Parques Regionales se justifica en la importancia de dotar a las zonas metropolitanas próximas de una mayor calidad ambiental a través de una conexión física estable y robusta. Esto último permitirá promover la puesta en valor del patrimonio natural próximo a las áreas de interés, a la vez que se demuestra la aplicabilidad de nuestro estudio en la práctica urbanística, cuyo metabolismo habitual se basa en el aprovechamiento de los servicios ecosistémicos proporcionados por estos espacios, y la expulsión de los residuos derivados de su actividad hacia los ecosistemas más próximos (Benito-Molina, 2014; Fernández y Yáñez, 2015). Esta situación es común en la mayoría de ciudades españolas, lo que provoca que los corredores aporten una nueva perspectiva centrada en la valorización ambiental del territorio, otorgando una menor importancia a factores como los límites administrativos o los intereses inmobiliarios, frenando así la expansión urbana y sus consecuencias (Naredo y Frías, 1988; Benito-Molina, 2014; Casado, 2015; Fernández y Yáñez, 2015; Leboreiro, 2015).

Este tipo de elementos fueron seleccionados a partir de los siguientes criterios: distancia mínima entre nodos y áreas núcleo, mínimo número de vías sobre las que intervenir, grado de naturalización previo del terreno. Tomando como punto de partida un mapa que representa una síntesis de los usos del suelo en el territorio estudiado, y utilizando un cambio de objeto cartográfico seguido del cálculo de una matriz de distancias, se calcularon los centroides de los nodos para, posteriormente y de conformidad con el área base del conejo europeo (“home range”), evaluar su proximidad (Tabla 1; Anexo II, Fig. 5). Tras este resultado, se descartaron todas aquellas conexiones que supusiesen actuar sobre un gran número de vías o, cuyo tamaño y distancia al centro de la ciudad, condicionasen que el patrimonio natural se encontrara tan fragmentado que no resultara rentable actuar con medidas de este tipo.

*Tabla 1. Tabla de agrupación de leyenda CORINE y % del área de estudio ocupada por cada tipo de uso en porcentaje.*

| Código Corine | Nombre   | Agrupación          | % de Ocupación |
|---------------|--|---------------------|----------------|
| 5.1.1         | Cursos de agua   | Agua                | 4,05           |
| 5.1.2         | Láminas de agua  |                     |                |
| 3.1.1         | Bosques de frondosas   | Forestal            | 16,14          |
| 3.1.2         | Bosques de coníferas   |                     |                |
| 3.1.3         | Bosque mixto   |                     |                |
| 3.2.4         | Matorral boscoso de transición   |                     |                |
| 2.3.1         | Praderas   | Pradera             | 15,94          |
| 3.2.1         | Pastizales naturales   |                     |                |
| 3.2.3         | Vegetación esclerófila   |                     |                |
| 2.1.1         | Tierras de labor en seco   | Agrícola            | 14,65          |
| 2.1.2         | Terrenos regados permanentemente   |                     |                |
| 2.2.1         | Viñedos  |                     |                |
| 2.2.3         | Olivares   |                     |                |
| 2.4.2         | Mosaico de cultivos  |                     |                |
| 2.4.3         | Terrenos principalmente agrícolas, pero con importantes espacios de vegetación natural |                     |                |
| 2.4.4         | Sistemas agroforestales  |                     |                |
| 1.4.1         | Zonas verdes urbanas   | Zonas verdes        | 5,28           |
| 1.1.1         | Tejido urbano continuo   | Urbano              | 30,30          |
| 1.1.2         | Tejido urbano discontinuo  |                     |                |
| 1.3.3         | Zonas en construcción  |                     |                |
| 1.4.2         | Instalaciones deportivas y recreativas   |                     |                |
| 1.2.1         | Zonas industriales o comerciales   | Antrópico no urbano | 7,30           |
| 1.3.1         | Zonas de extracción minera   |                     |                |
| 1.3.2         | Escombreras y vertederos   |                     |                |
| 3.3.3         | Espacios con vegetación escasa   |                     |                |
| 1.2.2         | Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados                                       | Redes viarias       | 6,33           |

## **3.2 Enfoque metodológico**

La metodología utilizada en este trabajo es común a la mayoría de los estudios similares publicados, y se basa en el estudio de la permeabilidad del territorio para el desplazamiento de especies objetivo, para lo que se asume que las especies se desplazan por el territorio, utilizando una serie de corredores, hasta unas áreas de ocupación estables, utilizando criterios para la selección de dicho hábitat.

Este método pasa por las siguientes etapas:

### **3.2.1 Muestreo de parques y jardines.**

En primer lugar, se realizó la revisión de dos trabajos fin de grado previos, donde se estudiaba la distribución de conejos dentro de los parques de la Ciudad de Madrid (Martín, 2016; De Pedro, 2017). Posteriormente se planificó la realización de visitas a dichas zonas verdes y parques urbanos de Madrid, para anotar si se mantenía dicha ocupación. Para ello, se llevaron a cabo muestreos en las zonas verdes seleccionadas y utilizando sus mismos criterios. Esto permitiría conocer la evolución temporal de las poblaciones de conejo europeo en la ciudad y comprobar la respuesta de su distribución frente a la rápida expansión urbanística. La identificación de rastros se realizó de manera sistemática y a través de métodos indirectos, basados en las señales resultantes de su actividad, consistiendo estos en recorrer los parques desde su exterior a sus zonas más céntricas, mediante desplazamientos en zig-zag, buscando evidencias de la utilización de la zona verde por los individuos de la especie (escarbaduras, vivares/madrigueras, letrinas o caminos/sendas). Para complementar estas visitas, se llevó a cabo una recopilación de testimonios de los usuarios regulares de las zonas verdes y de los encargados de la gestión y limpieza de dichos espacios, en los que se consultaba acerca del horario de trabajo/utilización de la zona verde, las zonas frecuentadas por los ejemplares identificados y los supuestos motivos, en el caso de haberse producido entre los años en los que se llevaron a cabo los muestreos, de su desaparición en el parque o jardín.

### 3.2.2 Muestreos de corredores potenciales

El estudio de estos espacios se apoya en el rol que juegan las redes viarias sobre la movilidad/desplazamientos del conejo europeo. Gracias a diversos estudios, se ha podido comprobar como las respuestas del lagomorfo frente a este tipo de infraestructuras, varían en función del nivel de degradación del paisaje circundante, pudiéndose verificar así, una relación de afinidad entre la anchura de los ejes/márgenes de la carretera y la presencia de individuos de esta especie (Planillo y Malo, 2013; Planillo y Malo, 2017).

Para los muestreos en los taludes de carretera, y debido a que este trabajo se realizó en la etapa de confinamiento debida a la situación de COVID, se empleó la herramienta “Google Earth”, gracias a la cual se digitalizaron 878 taludes, agrupados según las 17 conexiones viables seleccionadas con anterioridad. Una vez realizado esto último, se empleó “Google Street View” para recorrer los taludes de carretera y determinar así si el lagomorfo se encontraba presente. Se consideró que el talud estaba ocupado por conejos cuando se detectaban de manera clara madrigueras activas, rutas activas de desplazamiento o el propio conejo (Fig. 1). En concreto, se consideró que los taludes que tuvieran un porcentaje de ocupación superior al 20% en todo un tramo conectado eran taludes con conejo, frente a aquellos clasificados como “sin conejo” en los casos en los que no se alcanzaba dicha magnitud.

### 3.2.3 Estudio de los nodos y conectores

Basado en 2 metodologías sucesivas:

**a. Análisis de la conectividad de las poblaciones.** Para el cálculo de las características funcionales del paisaje, se empleó el índice de Probabilidad de Conectividad (PC), desarrollado por Santiago Saura y Lucía Pascual-Hortal. Haciendo uso del software Conefor 2.6, se calculó la probabilidad de conexión entre los nodos considerados. Por otro lado, los componentes delta del índice permitieron medir la importancia individual de cada nodo para el mantenimiento de la conectividad global (Saura y Rubio, 2010).



*Fig.1: Indicios de actividad del lagomorfo derivados de la exploración de taludes de carretera*



Este índice supone una revisión del índice Integral de Conectividad (IIC), en el que no sólo se considera la disponibilidad de hábitat, sino que también integra la probabilidad de que dos zonas consideradas, se encuentren conectadas entre sí y, por tanto, cualquiera de los organismos recogidos en las mismas (Saura y Pascual-Hortal, 2007). El rango de variación teórico del índice se encuentra comprendido entre 0 y 1, y su cálculo matemático comprende los siguientes atributos: el área de los parches de hábitat “i” y “j” ( $a_i$  y  $a_j$ ); el área total del paisaje ( $A_L$ ); y el producto máximo de las probabilidades directas de dispersión de los caminos posibles entre i y j ( $p_{ij}$ ).

$$PC = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i a_j p_{ij}^*}{A_L^2}$$

Por ello se divide el PC en 3 fracciones que representan: la conectividad intra-parche ( $\delta PC_{intra}$ ) generada por la tesela en cuestión, independiente de su posición topológica y de la intensidad de sus conexiones; la conectividad entre parches ( $\delta PC_{flux}$ ), cuyo origen son las conexiones de la tesela en cuestión, con el resto de las presentes en el paisaje; y la conectividad puente ( $\delta PC_{connector}$ ), debida a la contribución de la tesela como elemento conector.

$$\delta PC = \delta PC_{intra} + \delta PC_{flux} + \delta PC_{connector}$$

La probabilidad de dispersión directa entre nodos para este lagomorfo a lo largo de cada conexión ( $p_{ij}$ ), se calculó a partir de una función exponencial decreciente de la distancia efectiva ( $d_{ij}$ ) y la capacidad de dispersión de la especie ( $r$ ): De forma que la constante  $r$  equivale a 8,66 u.a. para obtener una probabilidad de dispersión del 50% teniendo en cuenta que la distancia media de dispersión de los conejos a través de la matriz de paisaje son 0,08 km. Si bien la distancia de dispersión de los conejos varía de acuerdo al sexo, la edad y la estación del año pudiendo alcanzar distancias promedio de 0,2 km y 0,5 km, al utilizar la mínima dispersión se garantiza un enfoque más conservador (Urban y Keitt, 2001; WWF, 2020).

$$p_{ij}^* = e^{-r d_{ij}}$$

**b. Caracterización del hábitat.** Las variables de hábitat seleccionadas y cuantificadas en todos los parques, jardines y taludes, están relacionadas con características del propio parque o talud, así como con la localización del parche (Tabla 2).

*Tabla 2: Variables consideradas en los análisis de idoneidad de hábitat*

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| Perímetro de la zona verde (m)       |   |
| Área de la zona verde (Ha)           |   |
| Cobertura vegetal (%)                | Árboles<br>Arbustos<br>Suelo desnudo<br>Suelo asfaltado |
| Permeabilidad del vallado*           | Baja<br>Media<br>Alta                                   |
| Distancia al centro de la ciudad (m) |   |
| Pendiente media (%)                  | 0-3<br>3-7<br>7-12<br>12-25<br>25-50                    |

\* Mediciones solo en las zonas verdes

La interpretación de orto-imágenes mediante sistemas SIG complementada por los datos recogidos durante los muestreos de campo, permiten determinar atributos comúnmente empleados en este tipo de estudios como la cubierta vegetal, el tamaño y la forma del parche. Otras de las variables predictoras utilizadas en este trabajo, son la distancia al centro de la ciudad, tomándose como referencia el “kilómetro 0” de Madrid (Puerta del Sol); la pendiente del terreno (Martín, 2016); y el porcentaje de suelo asfaltado, anteriormente incluido en la categoría de suelo desnudo, lo que permite diferenciar el efecto de la cubierta del suelo con mayor claridad (Martín, 2016; De Pedro, 2017).

Como principal novedad frente a los trabajos de partida, además de considerar los parques y jardines de la ciudad Madrid como hábitat potencial, se incluyeron los márgenes de carretera que conectan la periferia con el centro, con el fin de analizar su potencial papel como corredores y la capacidad de uso por la especie. Para ello, se consideró que los taludes que tuvieran un porcentaje de ocupación superior al 20% en todo un tramo conectado, eran taludes con conejo, frente a aquellos clasificados como “sin conejo”, en los casos en los que no se alcanzaba dicha magnitud.



### 3.2.4 Análisis de datos

Para evaluar la evolución del grado de ocupación entre años (2016 y 2019), se realizó un test no paramétrico de la T para muestras dependientes. Con la variable presencia/ausencia como variable dependiente.

Tras caracterizar las variables de hábitat señaladas en la tabla 2, se compararon si dichas variables variaban de forma significativa en parques o taludes con conejo, frente a parques y taludes sin conejo, mediante un test no paramétrico de Kruskal Wallis.

Finalmente, para identificar las variables que mejor explicaban el patrón de ocupación del conejo, se usó un modelo GLZ de regresión múltiple por pasos, que permitió reducir la dimensionalidad ligada a las zonas de estudio. Para el análisis de datos y la modelización de la selección de hábitat se consideró como variable respuesta el factor binomial (presencia/ausencia de conejos). Como variables predictoras fueron empleadas todas aquellas recogidas en la Tabla 2, incluyéndose el valor de la conectividad (dPC) para cada elemento, y tomando como factor fijo la categoría de “Parque” o “Talud”. Este análisis recogió 50 parques y 40 taludes (Anexo II, Fig. 6-15), con los que se realizaron modelos de selección por pasos basados en GLZs con función de vínculo LOG\_LOG, con criterio de inclusión en el modelo de aquellas variables significativas ( $p < 0,05$ ). En todos los análisis se usó como programa estadístico el SATISTICA 10.0.

### 3.2.5 Generación de un mapa de permeabilidad mediante SIG

Basado en el proceso de modelizar el hábitat del conejo a través de una capa cartográfica básica, que asigne un valor de permeabilidad del hábitat para cada unidad de superficie considerada previamente (píxel). Los mapas derivados de modelos de adecuación del hábitat son útiles para identificar zonas prioritarias a desfragmentar, porque permiten predecir para una especie determinada, la probabilidad de presencia o la abundancia de la misma en distintas partes de un territorio, lo que nos informa acerca de las zonas que reúnen las condiciones requeridas por esta última, independientemente de que la especie no se encuentre en ellas. Al cruzar los mapas de adecuación de hábitat (construidos a partir de las variables predictoras) con los mapas de la impedancia de la matriz, pueden identificarse aquellas zonas en las que las infraestructuras aíslan o

conectan potencialmente dos o más áreas extensas de hábitats altamente adecuados para la especie en cuestión. Todo ello permitirá definir el mínimo coste de desplazamiento para los individuos de esta especie, y establecer cuáles son los corredores ecológicos más adecuados para el lagomorfo. La permeabilidad del paisaje se definió según la siguiente ecuación:

$$\text{Permeabilidad} = \text{Calidad del hábitat} - \text{Molestias}$$

Cada celda del mapa de permeabilidad indica el grado en que la matriz del paisaje facilita los movimientos del conejo, de esta manera, sintetiza los factores críticos que pueden influir tanto en los movimientos de patrullaje diario como en los de dispersión. La permeabilidad, por definición, es inversamente proporcional a la resistencia del paisaje y, para caracterizarla, se modeló como un valor de uso de suelo que decrece a medida que aumentan las molestias.

Una síntesis y asignación de valores de importancia a las diferentes variables de hábitat, permitió valorar la calidad de los parches territoriales identificados con anterioridad.

Seguidamente, se llevó a cabo la fabricación de un mapa de molestias a partir de las influencias negativas para la dispersión del conejo, como las perturbaciones sonoras asociadas al suelo antrópico (zonas residenciales, carreteras, aeropuertos, lugares comerciales, etc.) y el riesgo de inundación.

Para ello, se definió un rango de influencia de dichas molestias en un gradiente de intensidad negativa decreciente, a medida que aumenta la distancia del foco emisor. Partiendo del mapa estratégico del ruido construido en el año 2016 para la ciudad de Madrid, y la información disponible en el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI), se reclasificó la impedancia al movimiento para el lagomorfo.

Para la clasificación de las molestias se emplearon los niveles críticos de tolerancia del conejo, es decir, 60 d $\beta$  y 50 años de tiempo de retorno en el caso de las inundaciones, considerados decisivos para la organización social y reproducción del vertebrado. Esto es así ya que, a partir de estos valores, se producen interferencias significativas sobre la copulación e instinto materno del lagomorfo. Además, la peligrosidad asociada a las primeras etapas del desarrollo de los gazapos (ausencia de pelo + suelos húmedos  $\rightarrow$  muerte por hipotermia), condiciona en gran medida la excavación de la madriguera, habitualmente ejecutada por la hembra (Rogers *et al.*,

1994; Myers y Poole, 1963; Parer *et al.* 1987; Palomares, 2003; Gálvez, 2008; Ministerio de salud del Perú, 2010; Planillo y Malo, 2017).

En todos los casos se ha pretendido evitar sobreestimar las molestias para este tipo de animales, cuyos hábitos crepusculares condicionan su actividad, con arreglo a ello se ha decidido utilizar los mapas de ruido (Lden) que reflejan el nivel continuo equivalente a lo largo del día (Monclús *et al.*, 2009; Navarro-Castilla *et al.*, 2011; Planillo y Malo, 2013; Navarro-Castilla *et al.*, 2014).

Por último, mediante cálculos sucesivos, se sumaron y restaron las diferentes capas generadas, reclasificándose en todos los casos los valores negativos como ceros, lo que permitió generar el mapa de permeabilidad. En este mapa, los taludes de carretera o “stepping stones” se evaluaron de forma integrada, reflejando indirectamente la resistencia de la matriz y facilitando la interpretación de los resultados al agruparlos según el número de la conexión a la que pertenecen (Haynes y Cronin, 2003; Rey-Benayas y De Torre, 2017).

### **3.2.6 Evaluación conjunta de los corredores, jerarquización y establecimiento de prioridades territoriales para el desarrollo de la propuesta para la gestión**

Una vez seleccionados aquellos corredores considerados de mayor relevancia para el conejo (aquellos que poseen las características seleccionadas preferentemente por los individuos de esta especie), se procedió al ajuste y verificación de los mismos, y se definieron las condiciones necesarias para su puesta en marcha. Estas zonas serán las prioritarias a la hora de realizar las actuaciones de desfragmentación.

## **4 Resultados**

### **4.1 Distribución del conejo en la ciudad de Madrid y su entorno**

Las visitas a los parques y jardines, mostraron indicios de actividad del conejo europeo en 20 de las 50 zonas verdes. En cuanto a la prospección de las 17 conexiones potenciales, sobre un total de 878 taludes, 52 presentaron conejo y 826 no lo hicieron.

En todos los casos, las ubicaciones preferidas por los conejos eran aquellas más alejadas de las zonas de tránsito de peatones. Además, resulta especialmente reseñable

el hecho de que como resultado de esta metodología, se recogen algunas de las ubicaciones consideradas de alto valor para la capital, como son las carreteras de las proximidades de la Casa de Campo (M-40 y M-500), y aquellas ubicadas en los alrededores del Parque Regional del Sureste (A-3) (MAGRAMA, 2014).

Por otra parte, al comparar los datos de ocupación de parques y jardines de los trabajos anteriores (año 2016) con los actuales, observamos una ligera caída en la ocupación del territorio (del 48,94% al 40,00%, ver Anexo II, Fig. 6, 16-17). Sin embargo, dichas variaciones no fueron significativas desde el punto de vista estadístico (Test de la T = 1,94; p = 0,058). No obstante, los resultados de las encuestas indicaron que sí se había percibido una caída en el grado de ocupación de los conejos, atribuida principalmente (según los encuestados) a las molestias que provocan los perros de los visitantes sobre los lagomorfos, y a obras activas en la zona.

## 4.2 Análisis de la conectividad

La importancia relativa de cada nodo de hábitat para el mantenimiento de la conectividad global fue heterogénea. La fracción  $\delta PC_{flux}$  fue la que tuvo los valores más altos, mientras que la  $\delta PC_{intra}$  y la  $\delta PC_{connector}$  sólo fueron considerablemente altas en algunos nodos (Tabla 3).

En general, los nodos con mayor aporte a la conectividad total fueron los localizados en las afueras de la ciudad, independientemente de su cardinalidad. Los resultados obtenidos muestran que el nodo “Casa de Campo”, fue el de mayor importancia en el mantenimiento de la conectividad funcional para el conejo. Este nodo refleja el valor más elevado de conectividad global ( $\delta PC = 64,83999$ ), lo que es debido a su tamaño, que le convierte en un excelente proveedor de hábitat ( $\delta PC_{intra} = 16,56933$ ), además de su buena conexión con otros nodos ( $\delta PC_{flux} = 48,27065$ ). Sin embargo, su posición topológica no lo convierte en un nodo de paso lo suficientemente relevante ( $\delta PC_{connector} = 0,0000117$ ). Otros nodos situados en las proximidades de los Parques Regionales, como el “Parque Central de Valdebebas”, el “Parque Juan Carlos I”, el “Parque de las Cruces” y el “Parque de Valdebernardo”, también tuvieron importantes aportes a la conectividad por las mismas razones. No obstante, resulta llamativa la importancia del nodo del “Parque de El Retiro” desde el punto de vista de la conectividad, concluyéndose que su proximidad al centro de la urbe, es lo que le confiere la capacidad de enlazarse con el resto de nodos presentes en el paisaje estudiado.

En lo referido a los nodos de menor importancia relativa para el mantenimiento de la conectividad, destacan aquellos con menor tamaño, en los que su posición topológica dentro de la matriz considerada, provoca su aislamiento ( $\delta PC_{intra} < 0,0002$ ;  $\delta PC_{flux} < 0,3$ ;  $\delta PC_{connector} < 0,00006$ ).

El nodo de “Madrid Río”, tuvo una importancia relativamente alta desde el punto de vista de su capacidad para ser usado como puente de paso para otros nodos por el lagomorfo ( $\delta PC_{connector} = 0,0040095$ ). Por lo cual, se puede concluir que, a pesar de tener una menor importancia desde el punto de vista de su contribución a la  $\delta PC$ , los valores registrados para esta fracción de la conectividad global, lo convierten en el mejor nodo-conector.

*Tabla 3: Aporte individual de los nodos de hábitat al mantenimiento de la conectividad del paisaje medida en como  $\delta PC$  y sus fracciones, ordenados de mayor a menor importancia. NOTA: Una mayor intensidad en el color indica una mayor importancia*

| Nombre                               | dPC      | dPC <sub>intra</sub> | dPC <sub>flux</sub> | dPC <sub>connector</sub> |
|--------------------------------------|----------|----------------------|---------------------|--------------------------|
| Casa de Campo                        | 64,83999 | 16,56933             | 48,27065            | 0,0000117                |
| Parque Central de Valdebebas         | 10,7348  | 0,3047783            | 10,42997            | 0,0000526                |
| Parque Juan Carlos I                 | 8,568447 | 0,191926             | 8,376274            | 0,0002463                |
| Parque El Retiro                     | 4,907509 | 0,0617353            | 4,845455            | 0,0003186                |
| Parque de Valdebernardo              | 4,409504 | 0,0497062            | 4,359126            | 0,0006708                |
| Parque Forestal de Entrevías         | 4,365724 | 0,0487171            | 4,316736            | 0,0002712                |
| Parque de las Cruces                 | 4,097461 | 0,0428576            | 4,054603            |                          |
| Parque Forestal de Santa Eugenia     | 4,084001 | 0,0425733            | 4,041097            | 0,0003302                |
| Parque del Oeste                     | 3,408374 | 0,0295489            | 3,378785            | 0,0000398                |
| Parque de La Gavia                   | 2,895279 | 0,0212706            | 2,874008            | 0                        |
| Parque Lineal del Manzanares         | 2,843714 | 0,0205072            | 2,822949            | 0,0002574                |
| Jardines del Campo del Moro          | 2,565648 | 0,0166517            | 2,547475            | 0,001521                 |
| Parque de la Cuña Verde de la Latina | 2,549317 | 0,0164523            | 2,532375            | 0,0004898                |
| Parque Cuña Verde de O'Donnell       | 2,497804 | 0,0157852            | 2,480992            | 0,0010268                |
| Parque de Pradolongo                 | 2,490307 | 0,0157006            | 2,474454            | 0,0001524                |
| Dehesa de la Villa                   | 2,432155 | 0,0149722            | 2,417128            | 0,0000547                |
| Parque Emperatriz María de Austria   | 2,425361 | 0,0148898            | 2,410471            | 0                        |
| Parque de Plata y Castañar           | 2,266789 | 0,012996             | 2,253792            | 0,0000007                |
| Parque Juan Pablo II                 | 2,223103 | 0,0124994            | 2,210584            | 0,0000196                |
| Madrid Río                           | 2,009065 | 0,0101531            | 1,994902            | 0,0040095                |
| Parque Enrique Tierno Galván         | 1,764714 | 0,007852             | 1,756484            | 0,0003778                |
| Parque Lineal de Palomeras           | 1,614862 | 0,0065714            | 1,607985            | 0,0003049                |
| Parque Cerro Almodóvar               | 1,586137 | 0,0063375            | 1,579461            | 0,0003382                |
| Parque de Rodríguez Sahagún          | 1,502815 | 0,005689             | 1,497037            | 0,0000892                |
| Parque Quinta de Torres Arias        | 1,385305 | 0,0048328            | 1,380432            | 0,0000398                |
| Parque de Santa María                | 1,29247  | 0,0042043            | 1,288211            | 0,0000547                |

|   |           |           |           |           |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Parque de San Isidro                    | 1,185034  | 0,0035315 | 1,181447  | 0,0000554 |
| Jardín Histórico El Capricho            | 1,104515  | 0,0030681 | 1,101447  | 0         |
| Parque Forestal Fuente de la Carrantona | 0,9707136 | 0,002365  | 0,9677989 | 0,0005495 |
| Parque Quinta de los Molinos            | 0,9689403 | 0,0023595 | 0,9665809 | 0         |
| Parque Pinar de la Elipa                | 0,9660887 | 0,0023441 | 0,9635368 | 0,0002077 |
| Parque el Paraíso                       | 0,9630078 | 0,0023296 | 0,9605236 | 0,0001544 |
| Parque del Norte                        | 0,9029563 | 0,0020479 | 0,9009084 | 0         |
| Parque Cerro del Tío Pío                | 0,6958387 | 0,001215  | 0,6946237 | 0         |
| Parque Quinta de la Fuente del Berro    | 0,4873057 | 0,0005952 | 0,4867102 | 0,0000001 |
| Parque de Costillares                   | 0,4814821 | 0,0005807 | 0,4807234 | 0,0001779 |
| Parque de Roma                          | 0,4385396 | 0,0004816 | 0,4379062 | 0,0001516 |
| Parque de la Ventilla                   | 0,4133651 | 0,0004271 | 0,4124375 | 0,0005004 |
| Parque de la Bombilla                   | 0,4051213 | 0,0004112 | 0,4047101 | 0         |
| Parque El Calero                        | 0,3825167 | 0,0003666 | 0,3821501 | 0         |
| Parque de Vallecas Villa                | 0,356354  | 0,0003181 | 0,3560359 | 0         |
| Parque de Caramuel                      | 0,3232059 | 0,0002616 | 0,3229443 | 0         |
| Parque de Berlín                        | 0,2101365 | 0,0001106 | 0,2100259 | 0         |
| Jardín Botánico Alfonso XIII            | 0,2099777 | 0,0001104 | 0,2098673 | 0         |
| Jardines de Sabatini                    | 0,1583036 | 0,0000627 | 0,1581812 | 0,0000595 |
| Plaza de Oriente                        | 0,1516655 | 0,0000576 | 0,151608  | 0         |
| Parque de Comillas                      | 0,1462296 | 0,0000535 | 0,1461761 | 0         |
| Parque de Atenas                        | 0,1261831 | 0,0000398 | 0,1261432 | 0         |
| Parque de Breogán                       | 0,0940656 | 0,0000221 | 0,0940315 | 0,0000119 |
| Parque Félix Rodríguez de la Fuente     | 0,0623396 | 0,0000097 | 0,0623287 | 0,000001  |

Al evaluar los resultados obtenidos en el caso de los taludes de carretera, son observables patrones similares a los comentados con anterioridad (Tabla 4). Son los taludes más lejanos del centro de la ciudad aquellos que tienen una  $\delta PC$  más elevada. En este caso, también se presentan valores elevados en aquellos márgenes de carretera próximos a Parques Regionales, lo que influye de forma muy significativa sobre el  $\delta PC_{flux}$ . Además, no parecen presentarse diferencias significativas en lo referido a la presencia de conejos con respecto a su conectividad (distribución bastante homogénea de los casos). En este caso, ocurre algo similar a lo descrito en párrafos anteriores, la influencia topológica de la matriz de paisaje provoca que la mancha “T15s” presente valores de  $\delta PC_{connector}$  muy elevados.

*Tabla 4: Aporte individual de los conectores de hábitat al mantenimiento de la conectividad del paisaje medida en como  $\delta PC$  y sus fracciones, ordenados de mayor a menor importancia. NOTA: Una mayor intensidad en el color indica una mayor importancia.*

| Nombre                      | dPC       | dPC <sub>intra</sub> | dPC <sub>flux</sub> | dPC <sub>connector</sub> |
|-----------------------------|-----------|----------------------|---------------------|--------------------------|
| Talud 16 con conejos (T16c) | 1,56146   | 0,0061447            | 1,555217            | 0,0000978                |
| Talud 14 con conejos (T14c) | 0,4734998 | 0,000562             | 0,4729378           | 0                        |
| Talud 10 con conejos (T10c) | 0,2305158 | 0,000133             | 0,2303536           | 0,000029                 |
| Talud 6 con conejos (T6c)   | 0,1907846 | 0,0000911            | 0,1906935           | 0                        |
| Talud 9 con conejos (T9c)   | 0,156257  | 0,0000611            | 0,1561952           | 0,0000005                |
| Talud 3 sin conejos (T3s)   | 0,1187489 | 0,0000353            | 0,1187133           | 0,0000001                |
| Talud 11 sin conejos (T11s) | 0,0928972 | 0,0000216            | 0,0928697           | 0,0000057                |
| Talud 7 sin conejos (T7s)   | 0,0876499 | 0,0000192            | 0,0876307           | 0                        |
| Talud 15 con conejos (T15c) | 0,0436894 | 0,0000048            | 0,0436846           | 0                        |
| Talud 11 con conejos (T11c) | 0,0434674 | 0,0000047            | 0,0434615           | 0,000001                 |
| Talud 18 con conejos (T18c) | 0,0424767 | 0,0000045            | 0,0424532           | 0,0000188                |
| Talud 10 sin conejos (T10s) | 0,0408481 | 0,0000042            | 0,0408439           | 0                        |
| Talud 20 sin conejos (T20s) | 0,0341871 | 0,0000029            | 0,0341744           | 0,0000096                |
| Talud 4 sin conejos (T4s)   | 0,0301244 | 0,0000023            | 0,0301124           | 0,0000095                |
| Talud 12 sin conejos (T12s) | 0,0298699 | 0,0000022            | 0,0298671           | 0,0000004                |
| Talud 1 con conejos (T1c)   | 0,0260922 | 0,0000017            | 0,0260881           | 0,0000023                |
| Talud 19 con conejos (T19c) | 0,0231731 | 0,0000013            | 0,023162            | 0,0000096                |
| Talud 14 sin conejos (T14s) | 0,0204548 | 0,000001             | 0,0204318           | 0,0000219                |
| Talud 20 con conejos (T20c) | 0,0204406 | 0,000001             | 0,0204213           | 0,000018                 |
| Talud 16 sin conejos (T16s) | 0,0174337 | 0,0000008            | 0,017433            | 0                        |
| Talud 1 sin conejos (T1s)   | 0,017164  | 0,0000007            | 0,017161            | 0,0000021                |
| Talud 5 con conejos (T5c)   | 0,0171271 | 0,0000007            | 0,0171262           | 0                        |
| Talud 19 sin conejos (T19s) | 0,0157636 | 0,0000006            | 0,0157494           | 0,0000134                |
| Talud 17 sin conejos (T17s) | 0,0153307 | 0,0000006            | 0,0153301           | 0                        |
| Talud 8 sin conejos (T8s)   | 0,0149328 | 0,0000006            | 0,0149322           | 0                        |
| Talud 9 sin conejos (T9s)   | 0,0128753 | 0,0000004            | 0,0128749           | 0                        |
| Talud 8 con conejos (T8c)   | 0,0117603 | 0,0000003            | 0,0117586           | 0,0000012                |
| Talud 2 con conejos (T2c)   | 0,0100947 | 0,0000003            | 0,0100944           | 0                        |
| Talud 13 sin conejos (T13s) | 0,0100643 | 0,0000003            | 0,0100617           | 0,0000022                |
| Talud 18 sin conejos (T18s) | 0,0085218 | 0,0000002            | 0,0085216           | 0                        |
| Talud 3 con conejos (T3c)   | 0,0085175 | 0,0000002            | 0,0085173           | 0                        |
| Talud 13 con conejos (T13c) | 0,0074519 | 0,0000001            | 0,0074518           | 0                        |
| Talud 6 sin conejos (T6s)   | 0,0072882 | 0,0000001            | 0,007288            | 0                        |
| Talud 7 con conejos (T7c)   | 0,0061881 | 0,0000001            | 0,006188            | 0                        |
| Talud 17 con conejos (T17c) | 0,0059821 | 0,0000001            | 0,005982            | 0                        |
| Talud 2 sin conejos (T2s)   | 0,0057176 | 0,0000001            | 0,0057175           | 0                        |
| Talud 5 sin conejos (T5s)   | 0,0042738 | 0                    | 0,0042738           | 0                        |
| Talud 4 con conejos (T4c)   | 0,0032413 | 0                    | 0,0032408           | 0,0000003                |
| Talud 12 con conejos (T12c) | 0,0018599 | 0                    | 0,0018598           | 0                        |
| Talud 15 sin conejos (T15s) | 0,0006017 | 0                    | 0,0005709           | 0,0000306                |

### 4.3 Caracterización del hábitat y modelo de idoneidad<sup>1</sup>

Tras el test de Kruskal Wallis, para cada una de las variables consideradas constatamos que, para un nivel de significación de 0,05, los nodos y taludes de mayor tamaño son aquellos en los que se encontraban los conejos. Además, en el caso de los taludes de carretera, un aumento en la distancia al centro de la ciudad, las pendientes medias del terreno y la cantidad de suelo desprovisto de vegetación, pueden favorecer la aparición de la especie en cuestión, mientras que factores como el número de pies de fanerófitos parecen facilitar su desaparición (Tabla 5-6).

*Tabla 5: Valores medios  $\pm$  Error estándar de las variables de hábitat consideradas en parques con y sin conejos. NOTA: Las celdas marcadas en color rojo indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), mientras que las diferencias marcadas con color verde señalan lo opuesto.*

| Características                   | Parques con conejos 2019-2020 | Parques sin conejos 2019-2020 |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Área (Ha)                         | 245,34 $\pm$ 117,56           | 24,49 $\pm$ 4,98              |
| Perímetro (m)                     | 7503,72 $\pm$ 1420,47         | 2676,17 $\pm$ 298,57          |
| Distancia al centro de Madrid (m) | 5836,83 $\pm$ 559,37          | 4932,58 $\pm$ 445,10          |
| Pendiente media (%)               | 3-7                           | 3-7                           |
| Permeabilidad del vallado         | Media                         | Media                         |
| % Arbolado                        | 45,24 $\pm$ 4,6172            | 49,4917 $\pm$ 3,63635         |
| % Arbustos                        | 13,7145 $\pm$ 1,87337         | 12,4707 $\pm$ 2,18153         |
| % Suelo desnudo                   | 29,52 $\pm$ 4,90              | 22,17 $\pm$ 2,93              |
| % Suelo asfaltado                 | 11,53 $\pm$ 2,22              | 15,84 $\pm$ 3,019             |

*Tabla 6: Valores medios  $\pm$  Error estándar de las variables de hábitat consideradas en taludes con y sin conejos. NOTA: Las celdas marcadas en color rojo indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), mientras que las diferencias marcadas con color verde señalan lo opuesto*

| Características                   | Taludes con conejos 2019-2020 | Taludes sin conejos 2019-2020 |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Área (Ha)                         | 3,73 $\pm$ 1,87               | 0,71 $\pm$ 0,17               |
| Perímetro (m)                     | 1075,94 $\pm$ 217,23          | 416,5515 $\pm$ 54,49465       |
| Distancia al centro de Madrid (m) | 8447,58 $\pm$ 568,34          | 6670,83 $\pm$ 539,19          |
| Pendiente media (%)               | 7-12                          | 3-7                           |
| % Arbolado                        | 13,59 $\pm$ 3,56              | 31,23 $\pm$ 4,64              |
| % Arbustos                        | 14,94 $\pm$ 4,32              | 16,99 $\pm$ 3,22              |
| % Suelo desnudo                   | 69,90 $\pm$ 4,59              | 46,11 $\pm$ 4,28              |
| % Suelo asfaltado                 | 1,56 $\pm$ 1,45               | 5,58 $\pm$ 2,61               |

En cuanto a los resultados del GLZ mostraron que no existen diferencias significativas para el factor fijo (parque o talud), ni en interacción con ninguna de las variables (Tabla 7). La ocupación de ambos tipos de ubicaciones se explicó por un conjunto de variables

<sup>1</sup> Para mayor detalle de los resultados de la caracterización del hábitat véase Anexo I.



descriptivas relacionadas con la estructura o localización del fragmento. Siendo el grado de ocupación explicado principalmente por el porcentaje de suelo desnudo, la pendiente media, el perímetro, el área y el grado de conectividad.

*Tabla 7: Modelo lineal general binomial con función de vínculo logístico y modelos de selección de variables de ocupación de conejos “Backward Removal”.* NOTA: Los resultados del modelo lineal general unifactorial de la ocupación de conejos mostraron que no existen diferencias significativas para el factor fijo parque o talud, ni en interacción con ninguna de las variables predictoras

|                | Variable                          | Grados de libertad | Estadístico de Wald | p (Wald)      | Valor estadístico | Valor p | Estatus de la variable | Efecto de la variable |
|----------------|-----------------------------------|--------------------|---------------------|---------------|-------------------|---------|------------------------|-----------------------|
| <b>5º Paso</b> | <b>Perímetro (m)</b>              | <b>1</b>           | <b>5,4788</b>       | <b>0,0192</b> |                   |         | <b>Incluida</b>        | +                     |
|                | <b>Área (Ha)</b>                  | <b>1</b>           | <b>4,1380</b>       | <b>0,0419</b> |                   |         | <b>Incluida</b>        | +                     |
|                | <b>dPC</b>                        | <b>1</b>           | <b>4,1113</b>       | <b>0,0425</b> |                   |         | <b>Incluida</b>        | +                     |
|                | <b>Pendiente media (%)</b>        | <b>1</b>           | <b>4,4231</b>       | <b>0,0354</b> |                   |         | <b>Incluida</b>        | +                     |
|                | <b>% suelo desnudo</b>            | <b>1</b>           | <b>8,3271</b>       | <b>0,0039</b> |                   |         | <b>Incluida</b>        | +                     |
|                | Distancia al centro de Madrid (m) | 1                  |                     |               | 0,4328            | 0,510   | Excluida               | +                     |
|                | % arbolado                        | 1                  |                     |               | 0,0830            | 0,773   | Excluida               | -                     |
|                | % arbustos                        | 1                  |                     |               | 0,0907            | 0,763   | Excluida               | +                     |
|                | % suelo asfaltado                 | 1                  |                     |               | 0,6719            | 0,412   | Excluida               | -                     |

#### 4.4 Análisis de la permeabilidad del paisaje

El mapa de molestias muestra que dos tercios del territorio están afectados por perturbaciones generadas por uno o más tipos de usos de suelo (Anexo II, Fig. 18). Los niveles más altos de molestias se concentran en la zona oeste del área de estudio, debido a la presencia del río Manzanares y sus llanuras de inundación.

El mapa de permeabilidad muestra una matriz del paisaje con una baja resistencia generalizada (Anexo II, Fig. 19). Del área total de estudio: un 1,18% presenta una bajísima permeabilidad con valores entre 0 y 25, un 4,00% presenta una permeabilidad intermedio-bajas (entre 25 y 50), un 19,02% del área tiene unos valores de permeabilidad intermedio-altos (entre 50 y 75) y un 75,80% del área tiene una permeabilidad elevada (entre 75-100). En línea con el mapa de molestias, el mapa de permeabilidad muestra sus valores máximos en la zona nordeste, mientras que en la región central de la ciudad, recoge los valores más bajos de permeabilidad. Sin embargo, resulta destacable la elevada permeabilidad del Parque del Retiro, dada su posición topológica. A excepción de este último, son los parches del terreno de mayores

tamaños y más distantes del centro de la ciudad, aquellos que presentan una permeabilidad más adecuada para el conejo y sus desplazamientos.

## 5 Discusión

Se ha comprobado como, a lo largo de los últimos años, han sido múltiples los intentos de diseñar estrategias para lograr alcanzar el objetivo de protección de la biodiversidad intrínseca a un lugar, compatibles con el desarrollo, a pesar de ello, muy pocos lo han conseguido, principalmente debido a la complejidad e impredecibilidad asociada (Chan *et al.*, 2006; Bennett *et al.*, 2009).

Las metodologías comúnmente empleadas para el diseño de una infraestructura verde, utilizan modelos de cálculo de la impedancia de la matriz del paisaje. No obstante, en el caso que aquí nos ocupa, la especie bioindicadora utiliza como potenciales corredores lo que, de forma habitual, se podría considerar un obstáculo para su dispersión. Mientras que alguno de los efectos negativos asociados a este tipo de uso de suelo permanece patente, como son el ruido o la probabilidad de muerte por atropello, el ancho de las márgenes de una carretera influye de forma directa sobre sus probabilidades de desplazamiento (Planillo y Malo, 2017). Esto es así, ya que la cobertura herbácea asociada a estos espacios, proporciona alimentos y refugio a este lagomorfo, lo que indica que la importancia de las características del mosaico/parche territorial, disminuyen al aproximarse a la vía (Ruiz-Capillas *et al.*, 2013; Ascensão *et al.*, 2015).

El enfoque sectorial que este proyecto representa, así como su ubicación en un entorno sometido a elevadas tasas de expansión urbana, pretende favorecer un entendimiento más profundo de las dimensiones de los efectos de la fragmentación y destrucción de hábitats sobre el conejo europeo, posibilitando su futura aplicación de forma rápida y eficaz a otras poblaciones de este lagomorfo, afectadas por la misma problemática. Es por ello, que la monitorización a largo plazo para evaluar el impacto de la “renaturalización” / “rewilding”, en un grupo especialmente vulnerable como el de los pequeños mamíferos, supone un proceso de continuo aprendizaje acerca del modo en el que diseñar y gestionar espacios orientados a favorecer su expansión.

Una estructura del paisaje constituida por parches de hábitats propicios en el terreno (matriz), puede ser determinante en la conectividad y viabilidad de las poblaciones de

*Oryctolagus cuniculus*, ya que la filopatría de la especie estudiada depende de la estructura del hábitat, la cantidad de parches/manchas disponibles y la distancia entre ellas. Las distancias recorridas por el conejo europeo aumentan fuera de la época de cría, a pesar de ello, la mayoría de los individuos se localizan en un radio de 350 m del lugar de cría (WWF, 2020). Por ello se pretende garantizar la resiliencia, al asumir un contexto de incertidumbre y complejidad en el que se logre desarrollar una respuesta adaptativa frente a shocks imprevisibles del sistema (ej.: desaparición de hábitats favorables en el interior o el exterior de la ciudad de Madrid).

Los resultados obtenidos, dirigen las estrategias de restauración hacia planes, políticas y/o programas, que contribuyan de forma directa al incremento de la conectividad ecológica, lo que beneficia a otros factores de sistema (Baldwin *et al.*, 2012). Estos beneficios incluyen la dispersión de nuevas especies y la consideración de nuevos patrones de migración bajo escenarios de cambio global (Gálvez, 2008). No obstante, en ecosistemas tan antropizados como el que aquí se analiza, cualquier medida orientada a proponer el cambio directo de los usos del suelo para su renaturalización progresiva, corre el riesgo de ser poco realista, al excluir los patrones de desarrollo humano del mantenimiento de los valores naturales. Por ello, la restauración planteada, contribuye de forma directa a la definición de la ciudad como ecosistema, lo que permite apoyar una lista de medidas centradas en procurar la mínima intervención del ser humano (Perino *et al.*, 2019):

- Mejora del manejo de los espacios verdes: conseguir lugares aptos y coherentes con el vertebrado y su biología. Para ello, se favorecerán variables positivas por medio de una serie de actuaciones concretas como:
  - Reducir la velocidad permitida de los vehículos e instalar pantallas sónicas naturales acordes con las comunidades vegetales predominantes, lo que modificará el ambiente físico y provocará una reducción del efecto “borde”, asociado a estos espacios.
  - Instalar pasos de fauna multifuncionales, como drenajes adaptados, y construir refugios con montones de madera o piedras en las zonas más alejadas de las infraestructuras lineales, evitando así el riesgo de muerte

por colisión, al generar nuevos nichos ecológicos más favorables para la especie.

- Reducción de la densidad de árboles plantados, dando lugar a cambios en las propiedades edáficas y en los flujos de agua, lo que facilitará el desarrollo de nuevos vivares.
  - Respeto de las llanuras de inundación, aumentando el espacio amortiguador en las zonas en las que sea posible y evitando toda clase de impacto antrópico.
  - Revegetación de los terrenos más degradados, provocando una mejora de la heterogeneidad de la estructura de los rodales y sus condiciones ambientales, priorizándose las especies de pequeño y mediano tamaño que no supongan gran mantenimiento.
  - Regulación del uso, mejorando el conocimiento y la puesta en valor de los servicios ecosistémicos proporcionados por la infraestructura verde, a través de encuestas, charlas y señalética, lo que permitirá obtener una imagen de las necesidades de la sociedad y su grado de concienciación.
- Declaración de reservas de paisaje (áreas de interés), respaldadas a través de normativas y leyes, fomentando la participación pública para una mejor gestión de estos espacios. Esta medida tendrá por objetivo limitar la presión sobre los distintos fragmentos de hábitat seleccionados, y prevenir la expansión del área metropolitana en los límites de los espacios verdes, habitualmente regulada por la elevada demanda de vivienda.

Todo ello permitirá evitar que fragmentos de hábitat queden aislados temporal o definitivamente, al mismo tiempo que se facilita el acceso de los animales a los recursos básicos (zonas de alimentación, refugio, reproducción, etc.), y se franquean los principales obstáculos para el mantenimiento de una población estable.

La restauración que aquí se desea plantear, deberá abarcar tanto las conexiones 4, 8, 3, 7 y 6, como las zonas verdes: “Parque de El Retiro”, “Jardines del Campo del Moro”, “Parque de la Cuña Verde de O’Donell” y “Parque de la Plata y Castañar” (Anexo II; Fig. 19-20), que son las que presumiblemente contribuirán a facilitar la tendencia deseada, es decir, acelerar un proceso de colonización por el lagomorfo que vaya desde las afueras al centro de la ciudad, lo que contribuirá de forma indirecta, a la mejora de calidad de hábitat en los entornos considerados más hostiles para la fauna y flora en general, y los individuos de esta especie en particular.

Esta selección se basa en la naturaleza de los taludes de carretera, que han de ser considerados como un “ecosistema novel”, en los que las limitaciones ambientales pueden llegar a impedir el adecuado restablecimiento de su funcionalidad, lo que favorece indirectamente la pérdida del capital natural (SER, 2004; Mola *et al.*, 2009). Por ello, se prevé la restauración de las conexiones con la mejor permeabilidad, independientemente de que presenten poblaciones activas de la especie en cuestión. Esto es así ya que, mientras que en el caso de las zonas verdes urbanas, los procesos directores de la sucesión natural se encuentran gestionados por la acción humana (tareas de mantenimiento en parques y jardines), en los taludes de carretera, son factores tales como el estrés y el régimen de perturbaciones, aquellos que condicionan la evolución del sistema y restringen su capacidad para evolucionar (De la Riva *et al.*, 2011).

Luego, la selección de los 4 mejores nodos sin conejos y los 5 mejores conectores, posibilita la actuación sobre el 15% del área de hábitat identificado, cumpliendo así con las Metas de Aichi para la diversidad biológica y facilitando su adhesión a la Estrategia sobre Biodiversidad 2020, planteada por la Unión Europea (CDB, 2010; UE, 2011). Además, el conjunto de las áreas sobre las que actuar, abarcan aproximadamente el 13% de las superficies consideradas de nula resistencia, lo que posibilitará el empleo de los criterios de intervención mínima anteriormente expuestos.

Pese a la imposibilidad de establecer un referente de restauración para los parques y jardines urbanos, la aplicación específica del conjunto de medidas de restauración en los taludes de carretera, se verá dirigida por la configuración del paisaje en las proximidades de cada uno de los elementos considerados, es decir, las características de las subunidades de paisaje más cercanas.

- En el caso de la conexión número 3, se deberá emplear la subunidad 42.4 (“Regadíos, praderas, juncuales y sotos del bajo Manzanares”) como esquema

de rehabilitación. En esta subunidad, los usos del suelo se encuentran vinculados a la producción agropecuaria y a la extracción y procesamiento de áridos, lo que ha provocado que los bosques aluviales hayan sido reemplazados por zonas agrícolas. A pesar de su desarticulación, la importancia ecológica de la ribera provoca que la valoración global de este ámbito sea de carácter medio-alta, lo que la confiere una gran potencialidad en materia de conservación. En esta unidad, el estrecho dosel ripario constreñido por la actividad humana, se encuentra constituido por ejemplares de *Populus alba*, *Populus nigra*, *Salix alba*, *Fraxinus angustifolia*, *Tamarix gallica*, *T. africana* y *Sambucus nigra*, que se sostienen sobre materiales aluviales depositados en suelos yesíferos procedentes del mioceno (Comunidad de Madrid, 2018a; Comunidad de Madrid, 2018b; Comunidad de Madrid, 2018c).

- Para la conexión número 4, la subunidad 40.3 (“Llanos del Arroyo Butarque”) será el modelo a utilizar. En este caso, el elevado grado de desorganización y la falta de integridad de las 920 Ha de llanos detríticos (arcosas feldespáticas), provocan que ésta presente un valor global bajo, dado que las edificaciones y redes viarias dan lugar a un cierre visual bien definido, haciendo que la vegetación ruderal sea la predominante (Comunidad de Madrid, 2018a; Comunidad de Madrid, 2018b; Comunidad de Madrid, 2018c).
- En el caso de las conexiones número 6 y 7, las subunidades 31.11 y 31.13 (“Monte de El Pilar” y “Encinares y retamares del borde de El Pardo en Las Rozas”) serán las consideradas en la rehabilitación. Estas se caracterizan por ser terrenos suavemente alomados, modelados sobre materiales sedimentarios terciarios (predominio de arcosas de grano grueso y gravas), en los que la vegetación imperante son encinares y enebrales. Pese a su carácter metropolitano, sus aproximadamente 2.300 Ha situadas entre la A-6 y el monte de El Pardo, generan un gran valor ambiental y estético gracias a las grandes manchas de espacio agrosilvopastoril que integran estos espacios, lo que garantiza un buen estado de conservación en el medio-largo plazo

(Comunidad de Madrid, 2018a; Comunidad de Madrid, 2018b; Comunidad de Madrid, 2018c).

- Para la conexión número 8, será la subunidad 30.1 (“Campiñas de Valverde”) la seleccionada como ecosistema de referencia. Las lomas y vallejitos de suaves pendientes que se extienden a lo largo de las 1.300 Ha de esta unidad, conservan aún aprovechamientos agrícolas en pequeñas fincas (cereales, olivares y viñedos), sin embargo, son frecuentes los eriales con una incipiente matorralización, resultado del abandono de las parcelas (pies sueltos de encina acompañados por rodal de bajo porte). Todo ello provoca que la subunidad presente un valor global medio (Comunidad de Madrid, 2018a; Comunidad de Madrid, 2018b; Comunidad de Madrid, 2018c).

Como se ha podido comprobar, a pesar de que el área de estudio conserva una cantidad significativa de hábitats con la calidad requerida por el conejo europeo, la densidad y centralidad de los usos de suelo, relacionados con actividades antrópicas y el alto nivel de transformación del paisaje, dan lugar a espacios de carácter sub-óptimo. No obstante, este tipo de paisajes han sido los responsables del mantenimiento de sus poblaciones a lo largo de los últimos años, ya que las características que definen la idoneidad del hábitat del lagomorfo varían, dependiendo del contexto ambiental en el que se encuentre (Dickman, 1987; Calvete, 2002; Virgós *et al.*, 2003; Gálvez, 2008).

Es por ello que la escala y el tamaño del ámbito de estudio, suponen un gran limitante a la hora de desempeñar las tareas de diagnóstico, lo que provoca que variables de calidad empleadas en trabajos similares, como el grado de compactación del suelo o la productividad de la vegetación medida a través del índice NDVI, no hayan podido ser calculadas en el presente estudio (Subirós *et al.*, 2006; McGarigal y Cushman, 2005; Farina, 2008; Planillo y Malo, 2017).

Otro de los limitantes asociados a la metodología empleada, son las trampas ecológicas, entendidas como hábitats de baja calidad que los animales prefieren por encima de otros hábitats disponibles (ej.: taludes de carretera). Este tipo de elementos del paisaje, son comunes en entornos en los que los cambios se producen en breves espacios de tiempo y abruptamente, y pueden llegar a conducir a la extinción a una población local, si no se lleva a cabo un seguimiento adecuado de los mismos (Battin, 2016).

La aparición de trampas ecológicas en el corto-medio plazo, suele ser debida a la complejidad de los atributos que definen la idoneidad/calidad de un determinado espacio, ya que al considerar los fragmentos del paisaje como unidades discretas para facilitar su interpretación, se simplifica la heterogeneidad real del medio, lo que puede dar lugar a un desajuste entre las señales ambientales que se utilizan para seleccionar los hábitats y la calidad real de los mismos. Estos errores conducen a la selección preferencial de hábitats de calidad inferior, lo que provoca caídas cíclicas de la población hasta su total desaparición (Kokko y Sutherland 2001; Schlaepfer *et al.* 2002; Kristan 2003; Battin, 2016). Asimismo, un estudio de densidad de población podría evitar problemas a la hora de llevar a cabo las labores de mantenimiento, evitando una expansión excesiva de los individuos de la especie o la posible transmisión de enfermedades, como la mixomatosis o la enfermedad hemorrágica vírica (Van der Grift *et al.*, 2012; Andrade de Campos, 2006).

El análisis espacial realizado para evaluar la conectividad del paisaje mediante el uso de herramientas SIG, está basado en criterios robustos y obtuvo resultados contrastables, que han demostrado ser de gran utilidad para la priorización y localización de las medidas de restauración ecológica, encaminadas a mejorar la conectividad funcional. No obstante, este estudio podría complementarse con la utilización de un análisis genético de excrementos, que permitiría: identificar a los individuos y su sexo, estimar el tamaño de la población y conocer la conectividad del territorio con mayor precisión y exactitud, posibilitando así establecer dinámicas poblacionales y relacionarlas con el patrón de colonización de una forma más directa.

Este trabajo de rehabilitación se ha planteado como un recurso de investigación, es decir, un ejemplo de utilización de la ciudad como laboratorio, cuya finalidad será poder extraer y diseñar nuevas estrategias/modelos de actuación, aplicables a ecosistemas que se encuentren en condiciones similares.

Es por ello que resulta preciso recordar que, la conservación de la biodiversidad, no es tan solo un aspecto del complejo entramado denominado “conocimiento científico y técnicas aplicadas”, sino también, una cuestión de pautas de comportamiento y actitudes que derivan de creencias y pensamientos, siendo por tanto clave la comprensión del concepto de biodiversidad, como paso previo e ineludible a las tareas de conservación en cualquiera de los ámbitos en los que esta se pueda llegar a aplicar. Pues mientras que una parte de los elementos que la integran, se sustentan de un modo directo en su propia realidad física, otros como los simbólicos o afectivos, son en mayor o menor medida



intangibles, pero no por ello resultan menos importantes a la hora de su consideración como bienes de la colectividad.

## **6 Conclusiones**

A pesar del cuantioso impacto procedente de las actividades de origen antrópico, el paisaje estudiado es capaz de suministrar espacios con calidad suficiente para el conejo europeo y las especies asociadas a su actividad.

Son un número reducido de nodos, los de mayor tamaño y con una menor cantidad de molestias próximas, aquellos que suponen el mayor aporte para la conectividad funcional del paisaje, por lo que la conservación de estos espacios es vital para el mantenimiento de las poblaciones del conejo en la ciudad.

La garantía de protección y mejora de aquellos espacios seleccionados como adecuados para su restauración, reside en la capacidad de comprender su importancia por parte de los usuarios de la ciudad, es decir, sus habitantes, por lo que la conexión de estos hábitats con otros ya protegidos por figuras legales, facilitará la tarea de conservación.

El índice de probabilidad de conectividad junto con el modelo de permeabilidad planteado, son herramientas de gran utilidad para establecer prioridades de conservación y evaluar el modelo de restauración ecológica.

El tamaño y la forma del parque, la pendiente media del terreno, la conectividad y la cantidad de suelo desnudo son aquellas variables que mejor explican los patrones de distribución del conejo europeo a escala de paisaje en la ciudad de Madrid y sus alrededores.

## **7 Agradecimientos**

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a Lucía Ciuffoli, por la ayuda que me ha brindado al facilitarme aquellas herramientas imprescindibles para completar este

trabajo satisfactoriamente, ya fuesen detalles nimios o aquellos aspectos técnicos que sobrepasaban los límites de mis conocimientos.

Agradecerle también a mi directora, María Dolores Jiménez Escobar, la confianza que siempre me ha mostrado, así como su paciencia, su dedicación y atención durante la realización del proyecto, ya que, sin su supervisión, el trabajo que en estas líneas se expone no gozaría de la calidad que aquí presenta.

Agradecerles a mi padre y a mi hermana el tiempo que han decidido compartir conmigo durante las incontables jornadas de trabajo necesarias para la toma, procesado y el análisis de los datos.

Dar las gracias a mis compañeros del máster y amigos, quienes han constituido mi principal fuente de motivación para la ejecución del estudio, agradecerles su temple y la comprensión que mostraron conmigo, ya que de forma incondicional entendieron mis ausencias y malos momentos.

Y por último a mis abuelos, quienes me inspiraron a valorar lo que tengo y mis capacidades, sin los cuales no hubiese llegado hasta aquí, a pesar de que finalmente no hayan podido verme terminar mi periodo como estudiante.

A todos ustedes, mi mayor reconocimiento y gratitud.

## 8 Referencias

- Andrade de Campos C. (2006). Relationships between predation risk, disease and fitness in the wild rabbit: management implications Tesis Doctoral. Universidad de Castilla la Mancha. Departamento de Ciencia y Tecnología Agroforestal, España.
- Arenas J. M., Escudero A., Mola I. y Casado M. A. (2017). Roadsides: an opportunity for biodiversity conservation. *Applied Vegetation Science*, 20(4), 527-537. doi: 10.1111/avsc.12328.
- Ascensão F., LaPoint S. y Van der Ree R. (2015). Roads, traffic and verges: Big problems and big opportunities for small mammals. *Handbook of road ecology*, 39: 325–333. doi:10.1002/9781118568170.ch39.
- Baldwin R., Reed S., McRae B., Theobald D. y Sutherland R. (2012). Connectivity restoration in large landscapes: modeling landscape condition and ecological flows. *Ecological Restoration*, 30(4): 274-279. doi: 10.3368/er.30.4.274.
- Battin J. (2016). When Good Animals Love Bad Habitats: Ecological Traps and the Conservation of Animal Populations. *Society for Conservation Biology*, 18 (6): 1482-1491. doi: 10.1111/j.1523-1739.2004.00417.x.
- Barrientos R., Martins R., Ascensão F., D'Amico M. (2018) A review of searcher efficiency and carcass persistence in infrastructure-driven mortality assessment studies. *Biological Conservation* 222: 146-153. doi: 10.1016/j.biocon.2018.04.014.
- Benito-Molina V. (2014). Los Corredores Verdes; su importancia en la estructuración ambiental y urbanística en entornos metropolitanos. El caso práctico del Suroeste Metropolitano de Madrid. En: XVI Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica, 293-301.
- Bennett E., Peterson G., y Gordon L. (2009). Understanding relationships among multiple ecosystem services. *Ecology Letters*, 12 (12): 1394-1404. doi: 10.1111/j.1461-0248.2009.01387.x.
- Bolund P. y Hunhammar S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 29(2): 293–301. doi:10.1016/s0921-8009(99)00013-0.
- Bravo L. G., Belliure J. y Rebollo S. (2009). European rabbits as ecosystem engineers: warrens increase lizard density and diversity. *Biodiversity and Conservation*, 18(4), 869-885. doi: 10.1007/s10531-008-9438-9.
- Calvete C. (2002). *Biología y gestión del conejo silvestre*. Informe inédito. Departamento de Medio Ambiente. Gobierno de Aragón. Zaragoza.
- Casado P. (2015). Red continua de espacios públicos verdes a escala municipal: el caso de Madrid. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio, España.
- CDB (2010). Convenio sobre la Diversidad Biológica. Metas Aichi para la Diversidad Biológica. Conferencias de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad

Biológica. Décima reunión, Nagoya, Japón, 18–29 octubre 2010. Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-10/cop-10-dec-02-es.pdf>

Chan K., Shaw M., Cameron D., Underwood E. y Daily G. (2006). Conservation planning for ecosystem services. *PLoS Biology*, 4 (11): 2138. doi: 10.1371/journal.pbio.0040379.

Chernousova N.F. (1996). Effect of Urbanization on Communities of Small Mammals in Park Forests in a Large Industrial Center. *Ekologiya*, 27 (4): 286–292.

Comunidad de Madrid (2018a). Fichas y Tipos de Paisaje. Anexo 1. Parte 2. Disponible en: [http://www.comunidad.madrid/sites/default/files/aud/urbanismo/cma\\_urb\\_es\\_ane xo\\_1\\_fichas\\_y\\_tipos\\_de\\_paisaje\\_parte\\_2.pdf](http://www.comunidad.madrid/sites/default/files/aud/urbanismo/cma_urb_es_ane xo_1_fichas_y_tipos_de_paisaje_parte_2.pdf)

Comunidad de Madrid (2018b). Fichas y Tipos de Paisaje Anexo 1. Parte 3. Disponible en: [https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/aud/urbanismo/cma\\_urb\\_es\\_ane xo\\_1\\_fichas\\_y\\_tipos\\_de\\_paisaje\\_parte\\_3.pdf](https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/aud/urbanismo/cma_urb_es_ane xo_1_fichas_y_tipos_de_paisaje_parte_3.pdf)

Comunidad de Madrid (2018c). Cartografía y Tipos de Paisaje. Anexo 2. Disponible en: [http://www.comunidad.madrid/sites/default/files/aud/urbanismo/cma\\_urb\\_es\\_ane xo\\_2\\_cartografia\\_tipos\\_de\\_paisaje.pdf](http://www.comunidad.madrid/sites/default/files/aud/urbanismo/cma_urb_es_ane xo_2_cartografia_tipos_de_paisaje.pdf)

Cubas J., Martín J. L., del Arco M. y González J. (2017). El conejo europeo como ingeniero del paisaje en la alta montaña canaria. *Conservación vegetal*, 21: 14-17. Disponible en: <https://revistas.uam.es/conservacionvegetal/article/view/9060>

D' Amico M., Roman J., De los Reyes L., Revilla E. (2015). Vertebrate road-kill patterns in Mediterranean habitats: who, when and where. *Biological Conservation*, 191: 234-242. doi: 10.1016/j.biocon.2015.06.010.

De Pedro P. (2017). Estudio de la distribución de los conejos en los parques urbanos de Madrid. Trabajo Fin de Grado. Departamento de Biología. Universidad Complutense de Madrid, España.

Delibes M. (2006). Relaciones entre los cambios poblacionales de conejo, la gestión cinegética, el hábitat y los depredadores. Implicaciones para la conservación. Tesis Doctoral. Universidad de Castilla-La Mancha, España.

Dellafiore C. M., Gallego Fernández J. B. y Vallés S. M. (2008). Habitat use for warren building by European rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in relation to landscape structure in a sand dune system. *Acta Oecologica*, 33(3): 372–379. doi:10.1016/j.actao.2008.02.002.

De la Riva E., Casado M., Jiménez M. D., Mola I., Costa-Tenorio M. y Balaguer L. (2011). Rates of local colonization and extinction reveal different plant community assembly mechanisms on road verges in central Spain. *Journal of Vegetation Science*, 22(2), 292-302. doi: 10.1111/j.1654-1103.2010.01248.x.

De Torre R., Jiménez M. D., Ramírez Á., Mola I., Casado M. A. y Balaguer L. (2015). Use of restoration plantings to enhance bird seed dispersal at the roadside:

failures and prospects. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 23(4), 302-311. doi: 10.3846/16486897.2015.1079529.

Dickman C. (1987). Habitat Fragmentation and Vertebrate Species Richness in an Urban Environment. *The Journal of Applied Ecology*, 24(2): 337. doi:10.2307/2403879.

Fahrig L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34(1): 487-515. doi: 10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419.

Farina A. (2008). Principles and methods in landscape ecology: towards a science of the landscape (Vol. 3). Springer Science and Business Media.

Fernández E. y Yáñez E. (2015). El valor de las áreas periurbanas como espacios multifuncionales en el suroeste de Madrid. *Revista de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente*, 13: 4-24. Disponible en: [https://revistas.uax.es/index.php/tec\\_des/article/view/614/570](https://revistas.uax.es/index.php/tec_des/article/view/614/570).

Fischer J. y Lindenmayer D. (2007). Landscape Modification and Habitat Fragmentation: A Synthesis. *Global Ecology and Biogeography*, 16(3): 265-280. doi: 10.1111/j.1466-8238.2007.00287.x.

Gálvez L. (2008). El conejo europeo ("*Oryctolagus cuniculus*") como especie ingeniera de ecosistemas. Tesis Doctoral. Universidad de Alcalá. Departamento de Ecología, España.

Gálvez-Bravo L., López-Pintor A., Rebollo S. y Gómez-Sal A. (2011). European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) engineering effects promote plant heterogeneity in Mediterranean dehesa pastures. *Journal of Arid Environments*, 75(9), 779-786. doi: 10.1016/j.jaridenv.2011.03.015.

Haynes K. y Cronin J. (2003). Matrix composition affects the spatial ecology of a prairie planthopper. *Ecology*, 84: 2856-2866. doi: 10.1890/02-0611.

Kristan W. (2003). The role of habitat selection behavior in population dynamics: source-sink systems and ecological traps. *Oikos*, 103:457- 468. doi: 10.1034/j.1600-0706.2003.12192.x.

Kokko H. y Sutherland W. (2001). Ecological traps in changing environments: ecological and evolutionary consequences of a behaviourally mediated Allee effect. *Evolutionary Ecology Research*, 3:537-551. doi: 10.1098/rspb.2014.2930.

Leboreiro A. (2015). La Ordenación del Territorio en las Ciudades Globales Europeas: El caso de Madrid. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. Departamento de Urbanismo y Ordenación del Territorio, España.

Lombardi L., Fernández N., Moreno S. (2007). Habitat use and spatial behaviour in the European rabbit in three Mediterranean environments. *Basic and Applied Ecology*, 8(5):453-463. doi:10.1016/j.baae.2006.09.004.

MAGRAMA (2014). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Identificación de áreas a desfragmentar para reducir los impactos de las

infraestructuras lineales de transporte en la biodiversidad. Disponible en: [https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/6\\_identificac\\_areas\\_a\\_defragmentar\\_tcm30-195797.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/6_identificac_areas_a_defragmentar_tcm30-195797.pdf)

- Martín S. (2016). Caracterización ecológica del hábitat del conejo en parques urbanos de Madrid. Trabajo Fin de Grado. Departamento de Biología. Universidad Complutense de Madrid, España.
- McGarigal K. y Cushman S. (2005). The gradient concept of landscape structure. En: Weins J. y Moss M. (eds), *Issues and perspectives in landscape ecology*.
- McPhearson T., Andersson E., Elmqvist T. y Frantzeskaki N. (2015). Resilience of and through urban ecosystem services. *Ecosystem Services*, 12: 152–156. doi:10.1016/j.ecoser.2014.07.012.
- Ministerio de salud del Perú (2010). Guía de manejo y cuidado de animales de laboratorio: conejo. Lima, Perú. Disponible en: <https://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/otrpubs/pdf/Manejo.cuidado.conejos.pdf>
- Mola I., Jiménez M.D., López-Jiménez N., Casado M.A. y Balaguer, L. (2009). Roadside reclamation outside the revegetation season: management options under schedule pressure. *Restoration Ecology*, 19(1), 83-92. doi: 10.1111/j.1526-100X.2009.00547.x.
- Monclús R., Palomares F., Tablado Z., Martínez-Fontúrbel A. y Palme R. (2009). Testing the threat-sensitive predator avoidance hypothesis: physiological responses and predator pressure in wild rabbits. *Oecologia*, 158 (4): 615–623. doi: 10.1007/s00442-008-1201-0
- Myers K. y Poole W. (1963) A study of the biology of the wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus* (L.), in confined populations. IV. The effects of rabbit grazing on sown pastures. *Journal of Ecology*, 51: 435-451. doi: 10.2307/2257695.
- Narce M., Meloni R., Beroud T., Pléney A. y Ricci J. C. (2012). Landscape ecology and wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) habitat modeling in the Mediterranean region. *Animal Biodiversity and Conservation*, 35(2): 277–283.
- Naredo J. y Frías J. (1988). Los flujos de agua, energía, materiales e información en la Comunidad de Madrid y sus contrapartidas monetarias. Madrid: Comunidad de Madrid, Consejería de Economía.
- Navarro-Castilla Á., Mata C., Ruiz-Capillas P., Palme R., Malo J. y Barja I. (2011). Stressful living close to roads? Increased physiological stress levels in wild wood mouse (*Apodemus sylvaticus*) populations beside a motorway. VI Congreso Europeo de Mammalogía. Abstract Book, París, Francia, 52–53.
- Navarro-Castilla Á., Mata C., Ruiz-Capillas P., Palme R., Malo J. y Barja I. (2014). Are Motorways Potential Stressors of Roadside Wood Mice (*Apodemus sylvaticus*) Populations? *PLoS One*, 9(3): e91942. doi:10.1371/journal.pone.0091942.
- Newbold T., Hudson L., Hill S., Contu S., Lysenko I., Senior R., [...] y Purvis A. (2015). Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature*, 520 (7545): 45–50. doi:10.1038/nature14324.

- Niemela J. (1999). Ecology and urban planning. *Biodiversity Conservation*, 8: 119–131. doi: 10.1023/A:1008817325994.
- Palomares F. (2003). The negative impact of heavy rains on the abundance of a Mediterranean population of European rabbits. *Mammalian biology*, 68: 224–234. doi: 10.1078/1616-5047-00088.
- Palomares F. y Delibes M. (1997). Predation upon European rabbits and their use of open and closed patches in Mediterranean habitats. *Oikos*, 80 (2): 407–410. doi: 10.2307/3546609.
- Parer I., Fullagar P. y Malafant, K. (1987) The history and structure of a large warren of the rabbit, *Oryctolagus cuniculus*, at Canberra, A.C.T. *Australian Wildlife Research*, 14: 505–13. doi: 10.1071/WR9870505.
- Perino A., Pereira H. M., Navarro L. M., Fernández N., Bullock J. M., Ceașu, S., [...] Wheeler H. C. (2019). Rewilding complex ecosystems. *Science*, 364 (6438): eaav5570. doi:10.1126/science.aav5570.
- Planillo A. y Malo J. (2013). Motorway verges: Paradise for prey species? A case study with the European rabbit. *Mammalian Biology*, 78 (3): 187–192. doi:10.1016/j.mambio.2012.11.001
- Planillo A. y Malo J. (2017). Infrastructure features outperform environmental variables explaining rabbit abundance around motorways. *Ecology and Evolution*, 8: 942–952. doi: 10.1002/ece3.3709.
- Rey-Benayas J.M. y De Torre R. (2017). Medidas para fomentar la conectividad entre Espacios Naturales protegidos y otros Espacios de Alto Valor Natural en España. FIRE, MNCN-CSIC y MAPAMA. Madrid. Disponible en: <https://fundacionfire.org/wp-content/uploads/2017/03/Medidas-para-fomentar-la-conectividad-entre-Espacios-Naturales-Protegidos-y-otros-Espacios-de-Alto-Valor-Natural-en-Espana%CC%83a.pdf>.
- Rogers P., Arthur C., y Soriguer R. (1994). The rabbit in continental Europe. The European rabbit: the history and biology of a successful colonizer. Oxford University Press. Reino Unido.
- Ruiz-Capillas P., Mata C. y Malo J. (2013). Road verges are refuges for small mammal populations in extensively managed Mediterranean landscapes. *Biological Conservation*, 158: 223–229. doi: 10.1016/j.biocon.2012.09.025.
- Ruiz-Capillas P., Mata C. y Malo J. (2015). How many rodents die on the road? Biological and methodological implications from a small mammals' roadkill assessment on a Spanish motorway. *Ecological Research*, 30(3):417–427. doi: 10.1007/s11284-014-1235-1.
- Saura S. y Pascual-Hortal L. (2007). A new habitat availability index to integrate connectivity in landscape conservation planning: comparison with existing indices and application to a case study. *Landscape and Urban Planning*, 83(2): 91–103. doi: 10.1016/j.landurbplan.2007.03.005.

- Saura S. y Rubio L. (2010). A common currency for the different ways in which patches and links can contribute to habitat availability and connectivity in the landscape. *Ecography*, 33(3): 523-537. doi: 10.1111/j.1600-0587.2009.05760.x.
- Schlaepfer M., Runge M. y Sherman P. (2002). Ecological and evolutionary traps. *Trends in Ecology and Evolution*, 17:474-480. doi: 10.1016/S0169-5347(02)02580-6.
- SER (Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group) (2004). The SER International Primer on Ecological Restoration. www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International. Disponible en: [https://www.ctahr.hawaii.edu/littonc/PDFs/682\\_SERPrimer.pdf](https://www.ctahr.hawaii.edu/littonc/PDFs/682_SERPrimer.pdf).
- Shochat E., Lerman S., Anderies J., Warren P., Faeth S. y Nilon C. (2010). Invasion, Competition, and Biodiversity Loss in Urban Ecosystems. *BioScience*, 60(3): 199-208. doi: 10.1525/bio.2010.60.3.6.
- Subirós J., Llausàs A., Ribas A. y Varga D. (2006). Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Una interpretación desde la geografía. *Documents d'anàlisi geogràfica*, 48: 151-166.
- Trombulak S. y Frissell C. (2000). Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities. *Conservation Biology*, 14(1): 18-30. doi: 10.1046/j.1523-1739.2000.99084.x.
- UE (2011). Unión Europea. Estrategia de la UE sobre la Biodiversidad hasta 2020 (online). Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. Disponible en: [http://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/brochures/2020%20Biod%20brochure\\_es.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/brochures/2020%20Biod%20brochure_es.pdf).
- Urban D. y Keitt T. (2001). Landscape connectivity: a graph-theoretic perspective. *Ecology*, 82(5): 1205-1218. doi: 10.1890/0012-9658.
- Valladares-Ros F., Gil P. y Forner A. (2017). Bases científico-técnicas para la estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas. Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid. Disponible en: [https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/basescientifico-tecnicaseeivcre\\_tcm30-479558.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/basescientifico-tecnicaseeivcre_tcm30-479558.pdf)
- Van der Grift E., van der Ree R., Fahrig L., Findlay S., Houlahan J., Jaeger J., [...] Olson L. (2012). Evaluating the effectiveness of road mitigation measures. *Biodiversity and Conservation*, 22(2): 425-448. doi:10.1007/s10531-012-0421-0
- Virgós E., Cabezas-Díaz S., Malo A., Lozano J., López-Huertas D. (2003). Factors shaping European rabbit abundance in continuous and fragmented populations of central Spain. *Acta Theriologica*. 48, 113-122. doi:10.1007/BF03194271.
- Willott S. J., Miller A. J., Incoll L. D. y Compton S. G. (2000). The contribution of rabbits (*Oryctolagus cuniculus* L.) to soil fertility in semi-arid Spain. *Biology and Fertility of Soils*, 31(5): 379-384. doi:10.1007/s003749900183



WWF (2020). World Wildlife Fund for Nature. Biología y características del conejo europeo. Disponible en: <https://conejowwf.es/biologia/>

Yuste C. (2010). ¿Provocan las repoblaciones de conejo aumentos en la abundancia local de rapaces?. Tesis de Maestría. Universidad Internacional de Andalucía, Sede Santa María de la Rábida, España.

# ANEXOS

---

## ANEXO I: CARACTERIZACIÓN DE HÁBITAT

Tabla 1: Resumen de mediciones resultantes de los muestreos de nodos y conectores de la infraestructura verde

| Nombre                                   | Distrito de las zonas verdes   | Coordenadas de las zonas verdes | Perímetro (m) | Área (Ha) | % arbolado | % arbustos | % suelo desnudo | % suelo asfaltado | Permeabilidad del vallado | Distancia al centro de Madrid (m) | Pendiente media (%) |
|--|--|---------------------------------|---------------|-----------|------------|------------|-----------------|-------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| Casa de Campo                            | Moncloa - Fuencarral El Pardo  | 40°25'22"N<br>3°45'21"O         | 26106,8       | 1939,1    | 53,4       | 24,1       | 12,7            | 9,8               | Media                     | 4455,9                            | 3-7                 |
| Jardín Botánico Alfonso XIII             | Moncloa  | 40°26'57"N<br>3°43'41"O         | 863,3         | 5,0       | 38,5       | 31,3       | 8,9             | 21,3              | Baja                      | 3901,4                            | 0-3                 |
| Jardín Histórico "El Capricho"           | Barajas  | 40°27'22"N<br>3°35'55"O         | 2519,2        | 26,4      | 73,5       | 3,2        | 18,0            | 5,3               | Baja                      | 9795,7                            | 0-3                 |
| Jardines de Sabatini                     | Centro   | 40°25'13"N<br>3°42'50"O         | 864,1         | 3,4       | 41,8       | 15,2       | 11,4            | 31,6              | Baja                      | 963,4                             | 0-3                 |
| Jardines del Campo del Moro              | Centro   | 40°25'06"N<br>3°43'09"O         | 1816,0        | 20,8      | 88,3       | 3,1        | 5,2             | 3,4               | Baja                      | 1297,0                            | 3-7                 |
| Madrid Río                               | Moncloa, Centro, Latina, Arganzuela, Carabanchel, Usera y Puente de Vallecas | 40°23'56.71"N<br>3°42'54.56"O   | 13719,0       | 79,2      | 45,9       | 10,6       | 0,0             | 43,5              | Media                     | 2479,1                            | 0-3                 |
| Parque Central de Valdebebas (Felipe VI) | Hortaleza  | 40°29'18"N<br>3°37'24"O         | 7385,8        | 263,0     | 2,6        | 29,7       | 66,2            | 1,5               | Baja                      | 10195,2                           | 0-3                 |
| Parque Cerro Almodovar                   | Latina   | 40°23'36.67"N<br>3°44'49.36"O   | 3300,0        | 37,9      | 31,8       | 8,6        | 31,9            | 27,7              | Alta                      | 4697,4                            | 3-7                 |
| Parque Cerro del Tío Pío                 | Puente de Vallecas   | 40°23'50"N<br>3°39'21"O         | 2661,3        | 16,6      | 13,0       | 67,6       | 16,8            | 2,6               | Alta                      | 4605,2                            | 12-25               |

|                                      |                       |                               |        |       |      |      |      |      |       |        |       |
|--------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|--------|-------|------|------|------|------|-------|--------|-------|
| Parque Cuña Verde de O'Donnell       | Moratalaz             | 40°24'45.64"N<br>3°38'25.07"O | 5121,9 | 59,9  | 31,8 | 18,9 | 48,5 | 0,8  | Media | 5602,0 | 3-7   |
| Parque de Atenas                     | Centro                | 40°24'54"N<br>3°43'08"O       | 848,3  | 3,0   | 52,5 | 11,9 | 10,8 | 24,8 | Alta  | 1319,3 | 3-7   |
| Parque de Berlín                     | Chamartin             | 40°27'02"N<br>3°40'33"O       | 994,2  | 5,0   | 45,8 | 17,2 | 33,1 | 3,9  | Alta  | 4406,0 | 0-3   |
| Parque de Comillas                   | Carabanchel           | 40°23'34.86"N<br>3°42'51.87"O | 817,6  | 3,5   | 47,0 | 7,4  | 28,2 | 17,4 | Alta  | 2835,3 | 0-3   |
| Parque de la Cuña Verde de la Latina | Latina                | 40°23'58.84"N<br>3°44'43.81"O | 6100,8 | 61,1  | 23,7 | 15,3 | 49,8 | 11,2 | Alta  | 3953,9 | 3-7   |
| Parque de La Gavia                   | Villa de Vallecas     | 40°21'53.60"N<br>3°37'35.15"O | 4527,8 | 69,5  | 11,9 | 2,2  | 85,8 | 0,1  | Baja  | 8664,5 | 12-25 |
| Parque de la Ventilla                | Fuencarral - El Pardo | 40°28'14.94"N<br>3°42'19.45"O | 2344,6 | 9,6   | 64,1 | 7,3  | 22,8 | 5,8  | Alta  | 6382,3 | 12-25 |
| Parque de Plata y Castañar           | Villaverde            | 40°20'51.32"N<br>3°43'6.80"O  | 3290,8 | 54,3  | 32,9 | 1,5  | 39,9 | 25,7 | Media | 7906,9 | 0-3   |
| Parque de Pradolongo                 | Carabanchel           | 40°22'31"N<br>3°42'23"O       | 3645,1 | 59,7  | 65,6 | 2,6  | 12,1 | 19,7 | Alta  | 4632,9 | 0-3   |
| Parque de Roma                       | Ciudad Lineal         | 40°24'55.86"N<br>3°39'42.76"O | 2759,7 | 10,5  | 67,3 | 23,7 | 7,1  | 1,9  | Media | 3559,1 | 12-25 |
| Parque de San Isidro                 | Latina                | 40°23'54"N<br>3°43'32"O       | 5299,7 | 28,3  | 68,8 | 6,4  | 2,3  | 22,5 | Alta  | 2907,4 | 3-7   |
| Parque de Santa María                | Hortaleza             | 40°28'31.94"N<br>3°39'21.70"O | 5603,4 | 26,8  | 37,3 | 8,6  | 42,1 | 12,0 | Alta  | 8311,8 | 0-3   |
| Parque de Valdebernardo              | Vicálvaro             | 40°23'55.53"N<br>3°36'39.79"O | 4914,9 | 106,2 | 29,9 | 5,8  | 48,7 | 15,6 | Alta  | 8066,1 | 3-7   |

|   |                       |                               |         |       |      |      |      |      |       |        |       |
|---|-----------------------|-------------------------------|---------|-------|------|------|------|------|-------|--------|-------|
| Parque del Norte                          | Fuencarral - El Pardo | 40°28'49"N<br>3°41'45"O       | 4372,8  | 21,6  | 66,8 | 3,3  | 21,3 | 8,6  | Alta  | 7090,6 | 3-7   |
| Parque del Oeste                          | Moncloa               | 40°25'42"N<br>3°43'27"O       | 5923,2  | 81,9  | 66,0 | 17,4 | 9,5  | 7,1  | Alta  | 1451,0 | 3-7   |
| Parque El Calero                          | Ciudad Lineal         | 40°26'8.02"N<br>3°39'8.14"O   | 1483,1  | 9,1   | 69,7 | 12,9 | 15,9 | 1,5  | Alta  | 4862,0 | 0-3   |
| Parque el Paraíso                         | San Blas              | 40°25'49.71"N<br>3°37'17.54"O | 4341,1  | 23,0  | 53,9 | 7,5  | 21,7 | 16,9 | Alta  | 7100,3 | 0-3   |
| Parque El Retiro                          | Retiro                | 40°24'55"N<br>3°41'02"O       | 4460,2  | 118,4 | 73,0 | 2,9  | 7,8  | 16,3 | Baja  | 1815,7 | 0-3   |
| Parque Emperatriz<br>María de Austria     | Carabanchel           | 40°22'41.07"N<br>3°43'18.06"O | 4026,4  | 58,1  | 62,5 | 3,3  | 27,5 | 6,7  | Alta  | 4637,6 | 3-7   |
| Parque Enrique<br>Tierno Galván           | Arganzuela            | 40°23'37"N<br>3°41'07"O       | 4729,3  | 42,2  | 66,9 | 14,1 | 8,6  | 10,4 | Media | 3449,2 | 7-12  |
| Parque Félix<br>Rodríguez de la<br>Fuente | Chamartin             | 40°27'7.89"N<br>3°39'52.11"O  | 321,9   | 1,5   | 58,4 | 9,4  | 32,2 | 0,0  | Alta  | 5165,2 | 0-3   |
| Parque Forestal de<br>Entrevías           | Puente de Vallecas    | 40°22'17"N<br>3°40'0"O        | 9601,2  | 105,2 | 57,0 | 13,3 | 27,8 | 1,9  | Alta  | 5854,2 | 7-12  |
| Parque Forestal de<br>Santa Eugenia       | Villa de Vallecas     | 40°23'00"N<br>3°36'41"O       | 4506,4  | 98,3  | 19,5 | 6,7  | 8,2  | 65,6 | Alta  | 9187,4 | 3-7   |
| Parque Juan Carlos<br>I                   | Barajas               | 40°27'36"N<br>3°36'22"O       | 6046,5  | 208,7 | 34,2 | 10,6 | 32,1 | 23,1 | Baja  | 9796,1 | 0-3   |
| Parque Juan Pablo<br>II                   | Hortaleza             | 40°27'22.19"N<br>3°37'20.28"O | 10339,1 | 53,3  | 22,7 | 13,2 | 61,5 | 2,6  | Baja  | 7258,9 | 3-7   |
| Parque Lineal de<br>Palomeras             | Villa de Vallecas     | 40°23'9"N<br>3°38'31"O        | 6732,6  | 38,6  | 33,5 | 18,8 | 44,5 | 3,2  | Alta  | 6713,1 | 12-25 |

|                                      |                               |                               |        |      |      |      |      |      |       |        |       |
|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------|------|------|------|------|------|-------|--------|-------|
| Parque Lineal del Manzanares         | Usera                         | 40°22'23.08"N<br>3°41'4.64"O  | 5884,8 | 68,2 | 36,8 | 11,8 | 27,2 | 24,2 | Media | 4881,0 | 12-25 |
| Parque Pinar de la Elipa             | Ciudad Lineal                 | 40°25'8.11"N<br>3°39'14.46"O  | 2324,9 | 23,1 | 63,5 | 5,7  | 13,4 | 17,4 | Media | 4208,5 | 12-25 |
| Parque Quinta de los Molinos         | San Blas                      | 40°26'38"N<br>3°37'39"O       | 2506,2 | 23,1 | 57,3 | 17,8 | 22,1 | 2,8  | Baja  | 7010,0 | 0-3   |
| Parque Quinta de Torres Arias        | San Blas                      | 40°26'41.42"N<br>3°37'13.79"O | 2336,6 | 33,1 | 37,8 | 4,8  | 35,6 | 21,8 | Baja  | 7593,6 | 0-3   |
| Plaza de Oriente                     | Centro                        | 40°25'6.02"N<br>3°42'45.31"O  | 1160,0 | 3,6  | 57,3 | 19,6 | 0,0  | 23,1 | Alta  | 771,0  | 0-3   |
| Parque Quinta de la Fuente del Berro | Ciudad Lineal                 | 40°25'21.16"N<br>3°39'38.82"O | 2423,6 | 11,6 | 76,4 | 16,6 | 4,4  | 2,6  | Baja  | 3652,2 | 12-25 |
| Dehesa de la Villa                   | Moncloa - Aravaca             | 40°27'27"N<br>3°43'11"O       | 5188,7 | 58,3 | 73,2 | 9,5  | 16,5 | 0,8  | Alta  | 4919,5 | 12-25 |
| Parque de Breogán                    | Salamanca                     | 40°23'55.53"N<br>3°36'39.79"O | 740,4  | 2,2  | 55,0 | 8,6  | 15,9 | 20,5 | Alta  | 4261,3 | 0-3   |
| Parque de Rodríguez Sahagún          | Tetuán, Fuencarral - El Pardo | 40°23'9"N<br>3°38'31"O        | 6240,5 | 35,9 | 42,5 | 17,7 | 23,3 | 16,5 | Alta  | 5957,4 | 3-7   |
| Parque de Caramuel                   | Puerta del Ángel              | 40°24'54"N<br>3°43'08"O       | 1348,4 | 7,7  | 71,6 | 3,9  | 18,8 | 5,7  | Alta  | 2274,4 | 12-25 |
| Parque de Costillares                | Hortaleza                     | 40°22'31"N<br>3°42'23"O       | 2311,4 | 11,5 | 16,5 | 10,1 | 7,6  | 65,8 | Alta  | 7264,8 | 0-3   |
| Parque de la Bombilla                | Moncloa                       | 40°25'42"N<br>3°43'27"O       | 2284,0 | 9,6  | 56,0 | 24,1 | 7,5  | 12,4 | Media | 2605,1 | 7-12  |
| Parque de las Cruces                 | Latina                        | 40°23'35.32"N<br>3°44'49.36"O | 5916,9 | 98,7 | 14,3 | 13,2 | 53,5 | 19,0 | Media | 6446,7 | 0-3   |

|   |                     |                                     |        |      |      |      |      |      |       |         |       |
|---|---------------------|-------------------------------------|--------|------|------|------|------|------|-------|---------|-------|
| Parque de Vallecas Villa                | Villa de Vallecas   | 40°21'54.10"N<br>3°37'37.15"O       | 1649,2 | 8,5  | 22,8 | 15,7 | 50,7 | 10,8 | Media | 8363,6  | 3-7   |
| Parque forestal fuente de la carrantona | Villa de Vallecas   | 40°23'00"N<br>3°36'41"O             | 2037,1 | 23,2 | 20,6 | 13,2 | 66,2 | 0,0  | Media | 6605,0  | 3-7   |
| Talud 1 sin conejos (T1s)               | San Blas-Canillejas | 40° 26' 58,03" N<br>3° 34' 29,69" O | 463,6  | 0,4  | 44,8 | 7,3  | 47,9 | 0,0  |       | 11467,4 | 0-3   |
| Talud 1 con conejos (T1c)               | San Blas-Canillejas | 40° 26' 58,31" N<br>3° 35' 20,71" O | 332,1  | 0,6  | 23,8 | 3,1  | 73,1 | 0,0  |       | 10330,2 | 3-7   |
| Talud 2 sin conejos (T2s)               | Vicálvaro           | 40° 22' 25,00" N<br>3° 35' 45,85" O | 277,8  | 0,4  | 0,0  | 22,2 | 77,8 | 0,0  |       | 10316,3 | 12-25 |
| Talud 2 con conejos (T2c)               | San Blas-Canillejas | 40° 26' 58,72" N<br>3° 35' 14,10" W | 334,6  | 0,2  | 41,7 | 1,3  | 57,0 | 0,0  |       | 10496,8 | 12-25 |
| Talud 3 sin conejos (T3s)               | Villaverde          | 40° 20' 5,58" N<br>3° 40' 2,70" O   | 724,8  | 2,8  | 6,5  | 5,2  | 88,3 | 0,0  |       | 9609,7  | 12-25 |
| Talud 3 con conejos (T3c)               | Vicálvaro           | 40° 21' 40,17" N<br>3° 33' 53,53" O | 691,2  | 0,7  | 5,1  | 73,2 | 21,7 | 0,0  |       | 13300,7 | 12-25 |
| Talud 4 sin conejos (T4s)               | Usera               | 40° 22' 24,70" N<br>3° 42' 59,94" O | 411,4  | 0,8  | 42,9 | 7,4  | 35,5 | 14,2 |       | 4964,8  | 3-7   |
| Talud 4 con conejos (T4c)               | Villa de Vallecas   | 40° 22' 41,44" N<br>3° 36' 2,73" O  | 536,7  | 0,7  | 11,1 | 0,0  | 88,9 | 0,0  |       | 9755,0  | 3-7   |
| Talud 5 sin conejos (T5s)               | Carabanchel         | 40° 23' 11,98" N<br>3° 44' 49,44" O | 232,8  | 0,1  | 34,3 | 0,0  | 65,7 | 0,0  |       | 5009,4  | 3-7   |
| Talud 5 con conejos (T5c)               |                     | 40° 21' 27,09" N<br>3° 34' 12,61" O | 816,7  | 2,4  | 19,6 | 31,9 | 48,5 | 0,0  |       | 13079,1 | 3-7   |
| Talud 6 sin conejos (T6s)               | Moncloa- Aravaca    | 40° 26' 38,18" N<br>3° 45' 3,31" O  | 355,2  | 0,1  | 29,5 | 37,2 | 33,3 | 0,0  |       | 5015,4  | 12-25 |

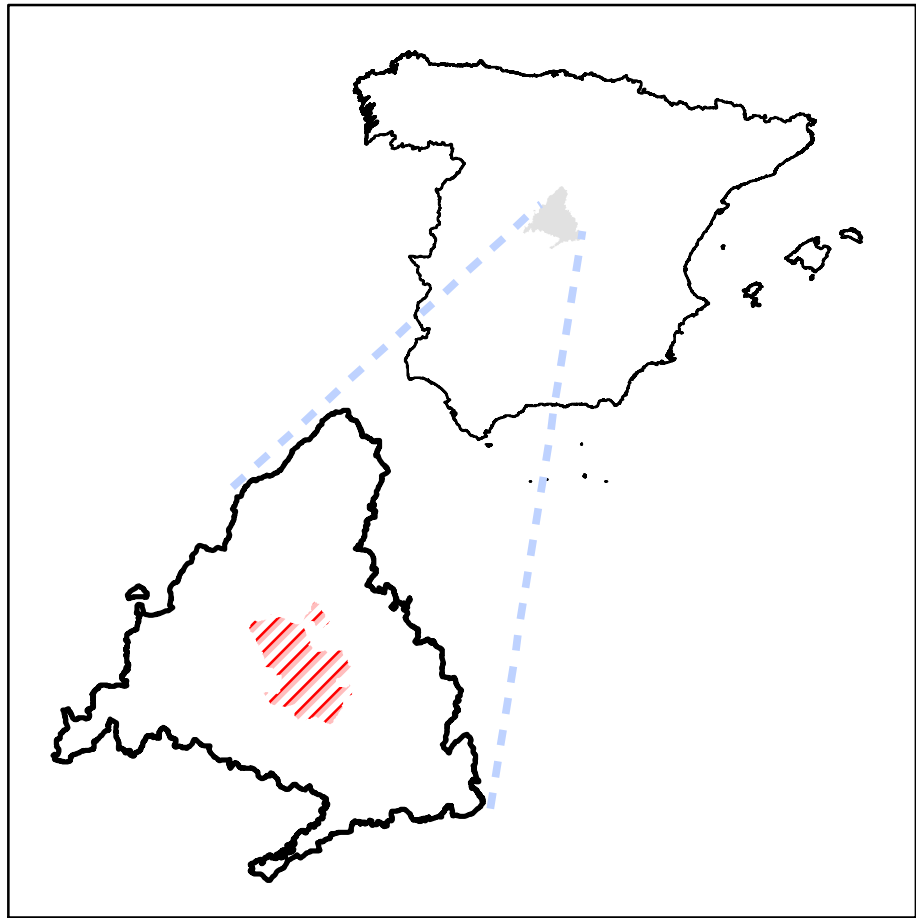
|                             |                      |                                     |        |     |      |      |      |      |  |        |       |
|-----------------------------|----------------------|-------------------------------------|--------|-----|------|------|------|------|--|--------|-------|
| Talud 6 con conejos (T6c)   | Villaverde           | 40° 20' 11,97" N<br>3° 40' 26,80" O | 1245,1 | 4,6 | 3,3  | 15,9 | 80,8 | 0,0  |  | 9252,0 | 12-25 |
| Talud 7 sin conejos (T7s)   | Moncloa- Aravaca     | 40° 27' 10,67" N<br>3° 44' 26,89" O | 617,6  | 2,1 | 18,3 | 23,6 | 17,9 | 40,2 |  | 5088,1 | 0-3   |
| Talud 7 con conejos (T7c)   | Villaverde           | 40° 20' 29,87" N<br>3° 40' 11,74" O | 373,1  | 0,2 | 0,2  | 5,1  | 94,7 | 0,0  |  | 8795,7 | 25-50 |
| Talud 8 sin conejos (T8s)   | Fuencarral- El Pardo | 40° 28' 46,33" N<br>3° 45' 1,07" O  | 442,3  | 0,4 | 23,4 | 14,7 | 61,9 | 0,0  |  | 8013,7 | 7-12  |
| Talud 8 con conejos (T8c)   | Villa de Vallecas    | 40° 21' 37,63" N<br>3° 40' 47,66" O | 368,8  | 0,4 | 1,2  | 6,3  | 92,5 | 0,0  |  | 6607,3 | 12-25 |
| Talud 9 sin conejos (T9s)   | Moncloa- Aravaca     | 40° 27' 49,13" N<br>3° 43' 17,87" O | 282,5  | 0,3 | 34,2 | 22,5 | 43,3 | 0,0  |  | 5381,9 | 0-3   |
| Talud 9 con conejos (T9c)   | Villa de Vallecas    | 40° 21' 49,07" N<br>3° 40' 38,54" O | 1308,4 | 3,7 | 3,3  | 24,3 | 70,2 | 2,2  |  | 6278,8 | 0-3   |
| Talud 10 sin conejos (T10s) | Moncloa-Aravaca      | 40° 26' 56,04" N<br>3° 43' 41,41" O | 402,8  | 1,0 | 42,1 | 5,7  | 52,2 | 0,0  |  | 4117,5 | 0-3   |
| Talud 10 con conejos (T10c) | Villaverde           | 40° 21' 28,91" N<br>3° 43' 15,51" O | 2140,0 | 5,5 | 0,0  | 57,1 | 42,9 | 0,0  |  | 6860,8 | 0-3   |
| Talud 11 sin conejos (T11s) | Hortaleza            | 40° 29' 16,49" N<br>3° 38' 45,53" O | 887,1  | 2,2 | 28,4 | 31,3 | 40,3 | 0,0  |  | 9252,0 | 0-3   |
| Talud 11 con conejos (T11c) | Usera                | 40° 21' 55,33" N<br>3° 43' 1,57" O  | 699,9  | 1,4 | 0,0  | 1,2  | 98,8 | 0,0  |  | 5827,2 | 12-25 |
| Talud 12 sin conejos (T12s) | Hortaleza            | 40° 28' 21,44" N<br>3° 39' 26,24" O | 380,3  | 0,7 | 42,7 | 6,8  | 50,5 | 0,0  |  | 7336,2 | 0-3   |
| Talud 12 con conejos (T12c) | Moncloa- Aravaca     | 40° 26' 48,99" N<br>3° 45' 25,17" O | 1058,9 | 1,0 | 46,4 | 3,1  | 50,5 | 0,0  |  | 5641,9 | 25-50 |





|                             |                      |                                     |        |      |      |      |      |      |  |         |       |
|-----------------------------|----------------------|-------------------------------------|--------|------|------|------|------|------|--|---------|-------|
| Talud 13 sin conejos (T13s) | Ciudad Lineal        | 40° 28' 30,14" N<br>3° 39' 57,06" O | 236,0  | 0,2  | 59,7 | 0,0  | 40,3 | 0,0  |  | 7200,9  | 7-12  |
| Talud 13 con conejos (T13c) | Moncloa- Aravaca     | 40° 26' 57,62" N<br>3° 45' 41,51" O | 382,6  | 0,8  | 45,4 | 3,8  | 50,8 | 0,0  |  | 6083,9  | 0-3   |
| Talud 14 sin conejos (T14s) | Hortaleza-Barajas    | 40° 27' 29,26" N<br>3° 37' 2,67" O  | 254,5  | 0,5  | 0,0  | 32,5 | 67,5 | 0,0  |  | 8621,8  | 0-3   |
| Talud 14 con conejos (T14c) | Fuencarral- El Pardo | 40° 30' 30,77" N<br>3° 39' 42,15" O | 2152,9 | 11,3 | 19,5 | 7,5  | 72,9 | 0,1  |  | 10744,5 | 12-25 |
| Talud 15 sin conejos (T15s) | Retiro               | 40° 24' 54,14" N<br>3° 40' 19,64" O | 134,8  | 0,1  | 5,0  | 30,8 | 36,5 | 27,7 |  | 2659,0  | 0-3   |
| Talud 15 con conejos (T15c) | Hortaleza            | 40° 29' 51,50" N<br>3° 38' 54,80" O | 1153,6 | 1,0  | 13,2 | 21,4 | 65,4 | 0,0  |  | 10161,0 | 25-50 |
| Talud 16 sin conejos (T16s) | Salamanca            | 40° 25' 9,63" N<br>3° 39' 34,20" O  | 281,3  | 0,4  | 42,8 | 35,7 | 21,5 | 0,0  |  | 3736,0  | 12-25 |
| Talud 16 con conejos (T16c) | Hortaleza            | 40° 29' 46,27" N<br>3° 38' 30,62" O | 4536,5 | 37,3 | 10,5 | 7,9  | 81,6 | 0,0  |  | 10268,2 | 7-12  |
| Talud 17 sin conejos (T17s) | Moratalaz            | 40° 24' 47,53" N<br>3° 39' 11,58" O | 328,1  | 0,36 | 37,2 | 5,1  | 29,4 | 28,3 |  | 4259,5  | 7-12  |
| Talud 17 con conejos (T17c) | Ciudad Lineal        | 40° 25' 11,16" N<br>3° 39' 23,19" O | 1078,9 | 0,8  | 27,7 | 13,4 | 58,9 | 0,0  |  | 4008,1  | 12-25 |
| Talud 18 sin conejos (T18s) | Puente de Vallecas   | 40° 23' 36,11" N<br>3° 38' 22,59" O | 290,7  | 0,2  | 73,1 | 6,8  | 16,5 | 3,6  |  | 6038,8  | 7-12  |
| Talud 18 con conejos (T18c) | Villa de Vallecas    | 40° 22' 19,94" N<br>3° 38' 8,99" O  | 599,2  | 1,0  | 0,0  | 3,4  | 67,5 | 29,1 |  | 7615,9  | 3-7   |
| Talud 19 sin conejos (T19s) | Villa de Vallecas    | 40° 22' 8,51" N<br>3° 37' 48,10" O  | 222,1  | 0,4  | 3,8  | 44,5 | 51,7 | 0,0  |  | 8190,8  | 0-3   |

|                             |           |                                     |        |     |      |      |      |     |  |        |       |
|-----------------------------|-----------|-------------------------------------|--------|-----|------|------|------|-----|--|--------|-------|
| Talud 19 con conejos (T19c) | Vicálvaro | 40° 24' 44,50" N<br>3° 37' 42,11" O | 969,1  | 0,6 | 0,0  | 10,1 | 89,9 | 0,0 |  | 6956,8 | 25-50 |
| Talud 20 sin conejos (T20s) | Vicálvaro | 40° 24' 22,17" N<br>3° 37' 15,44" O | 1105,3 | 0,8 | 55,7 | 0,0  | 44,3 | 0,0 |  | 7136,4 | 7-12  |
| Talud 20 con conejos (T20c) | Moratalaz | 40° 24' 30,79" N<br>3° 37' 23,14" O | 740,5  | 0,5 | 0,0  | 8,9  | 91,1 | 0,0 |  | 6886,6 | 25-50 |

## **ANEXO II: MAPAS**



### Leyenda

-  Ámbito de estudio
-  Barrios de Madrid

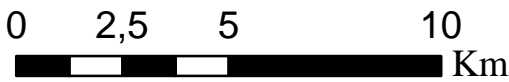


Fig. 1: Mapa de ubicación de la ciudad de Madrid y su entorno




0 1 2 4 6 8 Km



## Leyenda

 Ámbito de estudio

### Tipos de paisaje

 Grandes ciudades y áreas metropolitanas


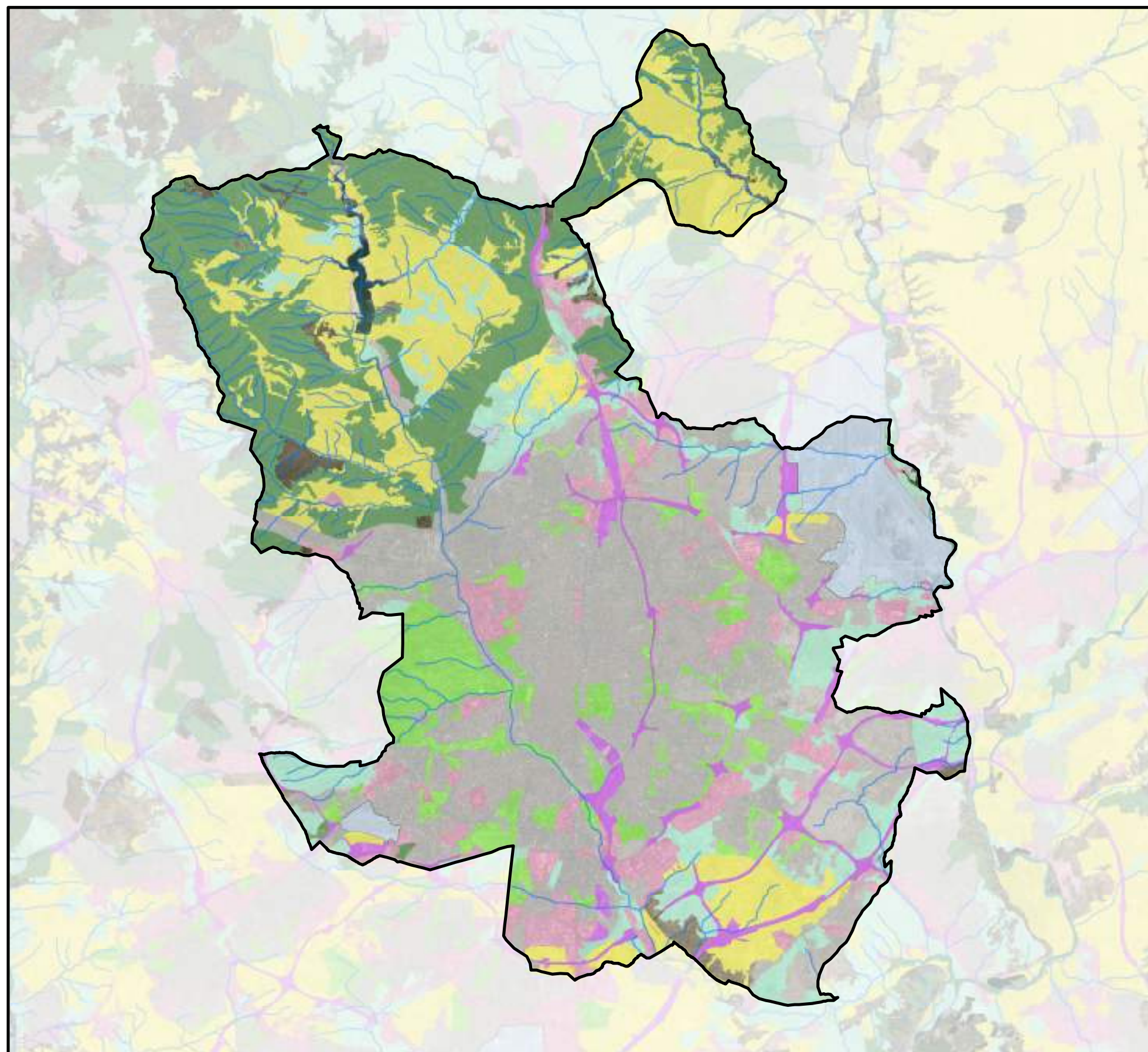
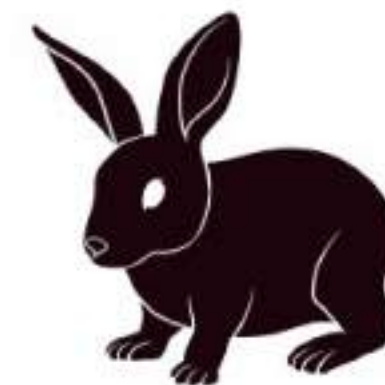
 Campiñas de la meseta sur

Fig. 2: Mapa de los tipos de paisaje de la ciudad de Madrid y su entorno





0 1 2 4 6 8 Km



## Leyenda



Ámbito de estudio



Cursos fluviales naturales

## Usos del suelo



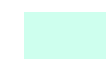
Agrícola



Antrópico no urbano



Forestal



Pradera



Redes viarias



Urbano



Zonas verdes urbanas

Fig. 3: Mapa de usos del suelo de la ciudad de Madrid y su entorno en el año 2018





0 1 2 4 6 8 Km

Fig. 4: Mapa de identificación de las zonas verdes seleccionadas para el estudio



Leyenda



Ámbito de estudio

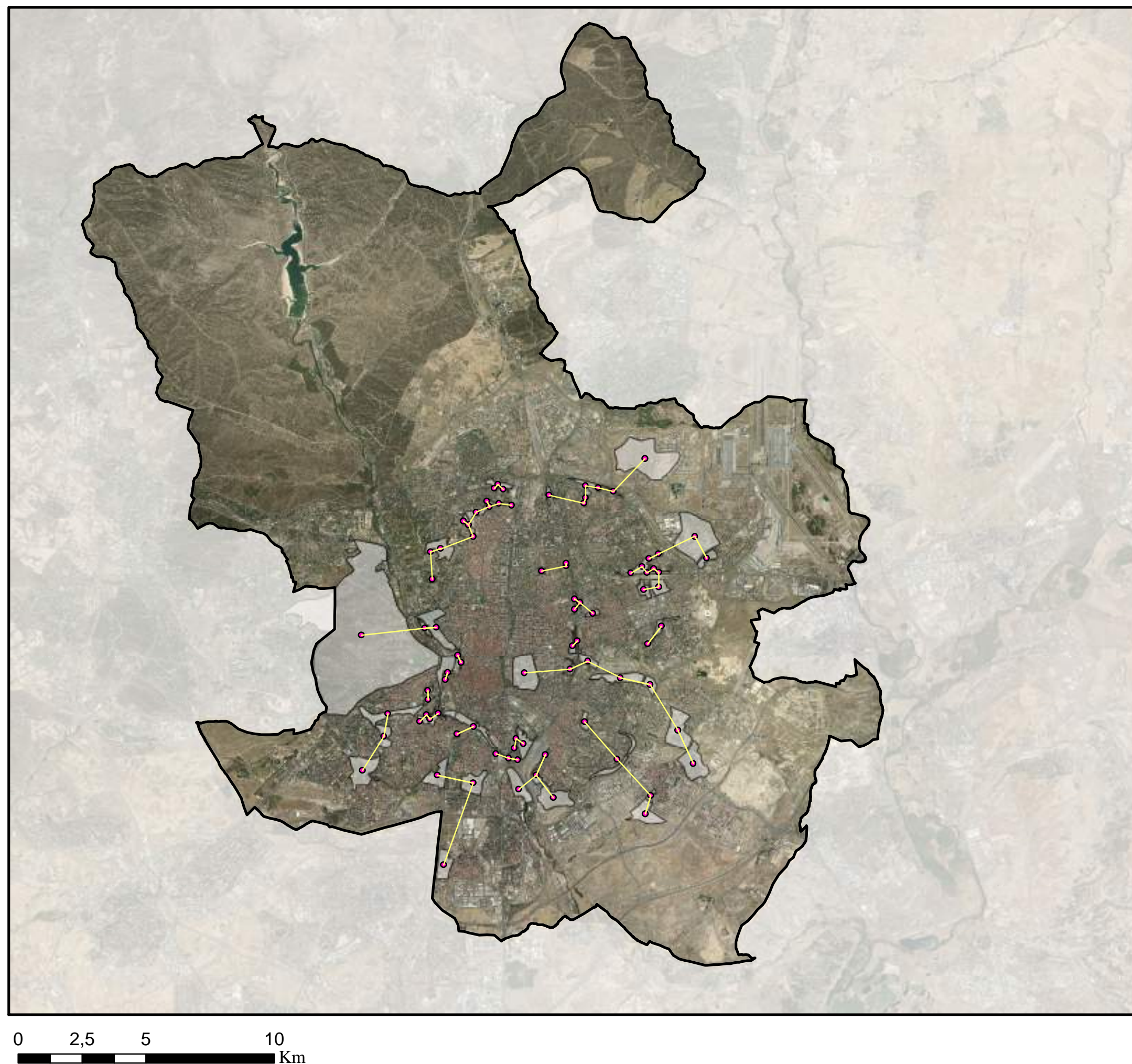


Zonas verdes de Madrid

Nombres de las zonas verdes seleccionadas

- |   |   |
|---|---|
| 1. Parque de El Retiro                        | 26. Parque de Atenas                    |
| 2. Parque de la Quinta de la Fuente del Berro | 27. Plaza de Oriente                    |
| 3. Parque de Roma                             | 28. Jardines del Campo del Moro         |
| 4. Parque Pinar de la Elipa                   | 29. Jardines de Sabatini                |
| 5. Parque Cuña Verde de O'Donnell             | 30. Parque del Oeste                    |
| 6. Parque Forestal Fuente de la Carrantona    | 31. Parque de La Bombilla               |
| 7. Parque de Valdebernardo                    | 32. Real Jardín Botánico Alfonso XIII   |
| 8. Parque Forestal de Santa Eugenia           | 33. Casa de Campo                       |
| 9. Parque de Vallecas Villa                   | 34. Dehesa de la Villa                  |
| 10. Parque de La Gavia                        | 35. Parque de Rodríguez Sahagún         |
| 11. Parque Lineal de Palomeras                | 36. Parque de La Ventilla               |
| 12. Parque del Cerro del Tío Pío              | 37. Parque Norte                        |
| 13. Parque de Enrique Tierno Galván           | 38. Parque de Costillares               |
| 14. Parque Forestal de Entrevías              | 39. Parque de Santa María               |
| 15. Parque Lineal del Manzanares              | 40. Parque Forestal de Valdebebas       |
| 16. Parque de La Plata y Castañar             | 41. Parque de Juan Carlos I             |
| 17. Parque de Pradolongo                      | 42. Jardín Histórico El Capricho        |
| 18. Parque de Emperatriz Mª de Austria        | 43. Parque Quinta de las Torres Arias   |
| 19. Parque de Comillas                        | 44. Parque de Juan Pablo II             |
| 20. Madrid Río                                | 45. Parque Quinta de los Molinos        |
| 21. Pradera de San Isidro                     | 46. Parque de El Paraíso                |
| 22. Parque de Las Cruces                      | 47. Parque de Breogán                   |
| 23. Parque de Cerro Almodóvar                 | 48. Parque de El Calero                 |
| 24. Parque de Cuña Verde de la Latina         | 49. Parque Félix Rodríguez de la Fuente |
| 25. Parque de Caramuel                        | 50. Parque de Berlín                    |





## Leyenda





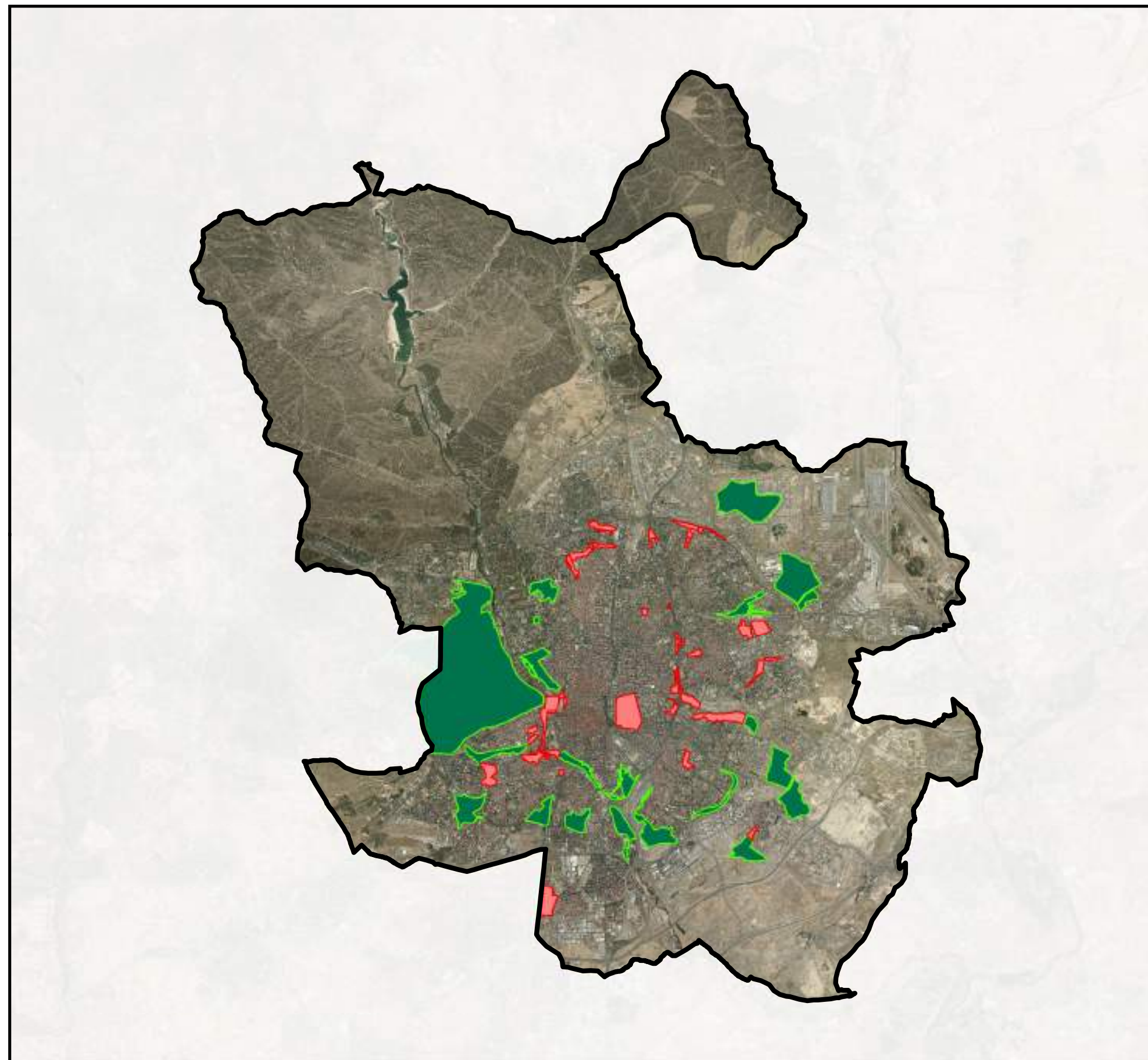
-  Ámbito de estudio
-  Zonas verdes de Madrid
-  Centroide zona verde
-  Potencial conexión entre zonas verdes

Fig. 5: Mapa de distancias para el análisis de la presencia de conejos en la ciudad de Madrid y su entorno





0 2,5 5 10 Km



### Leyenda



Ámbito de estudio



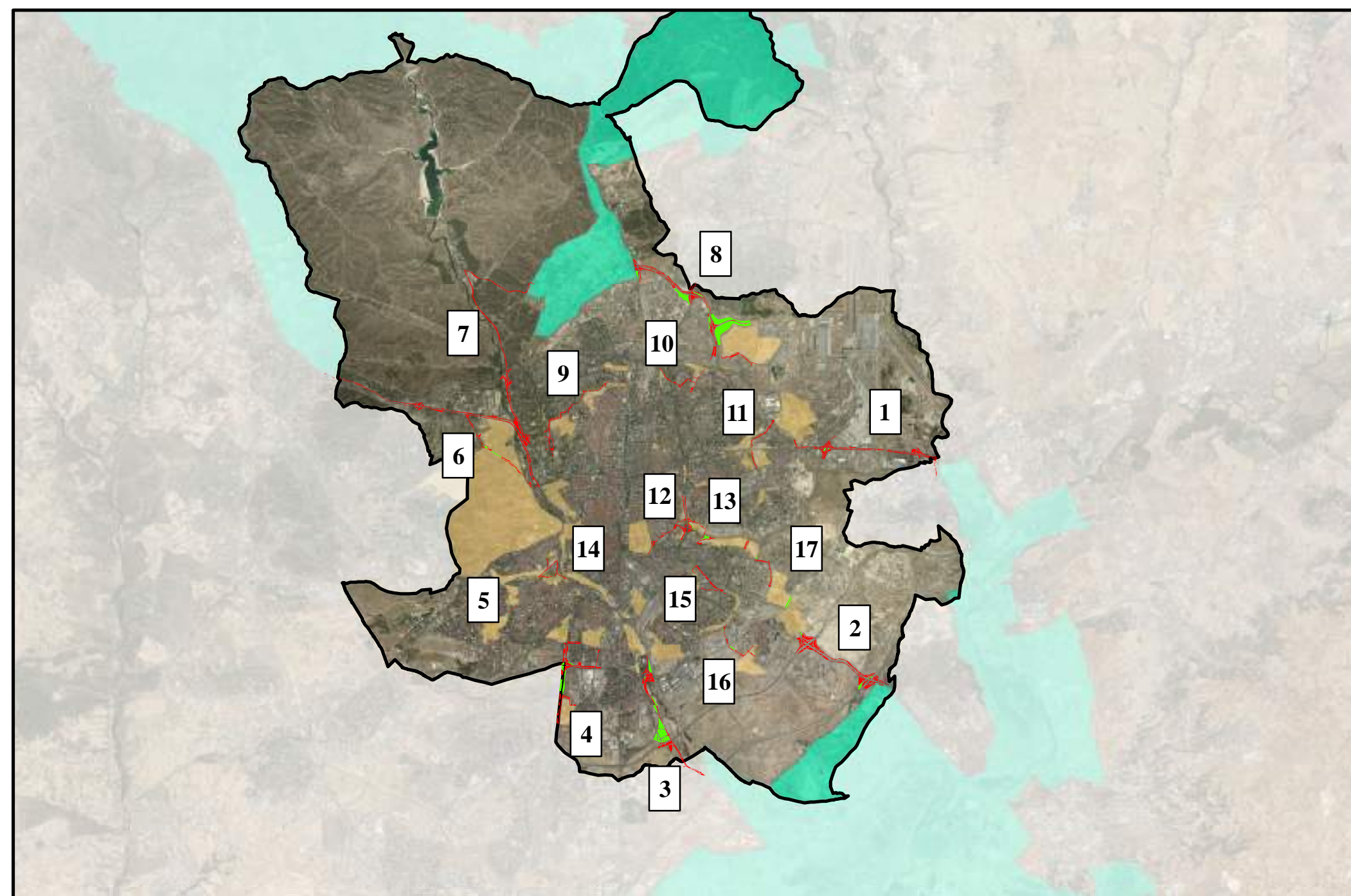
Zonas verdes visitadas  
con presencia de conejo



Zonas verdes visitadas en  
las que no se detecta conejo

Fig. 6: Mapa de la distribución del conejo en la ciudad de Madrid y su entorno ambiental más próximo en el año 2019





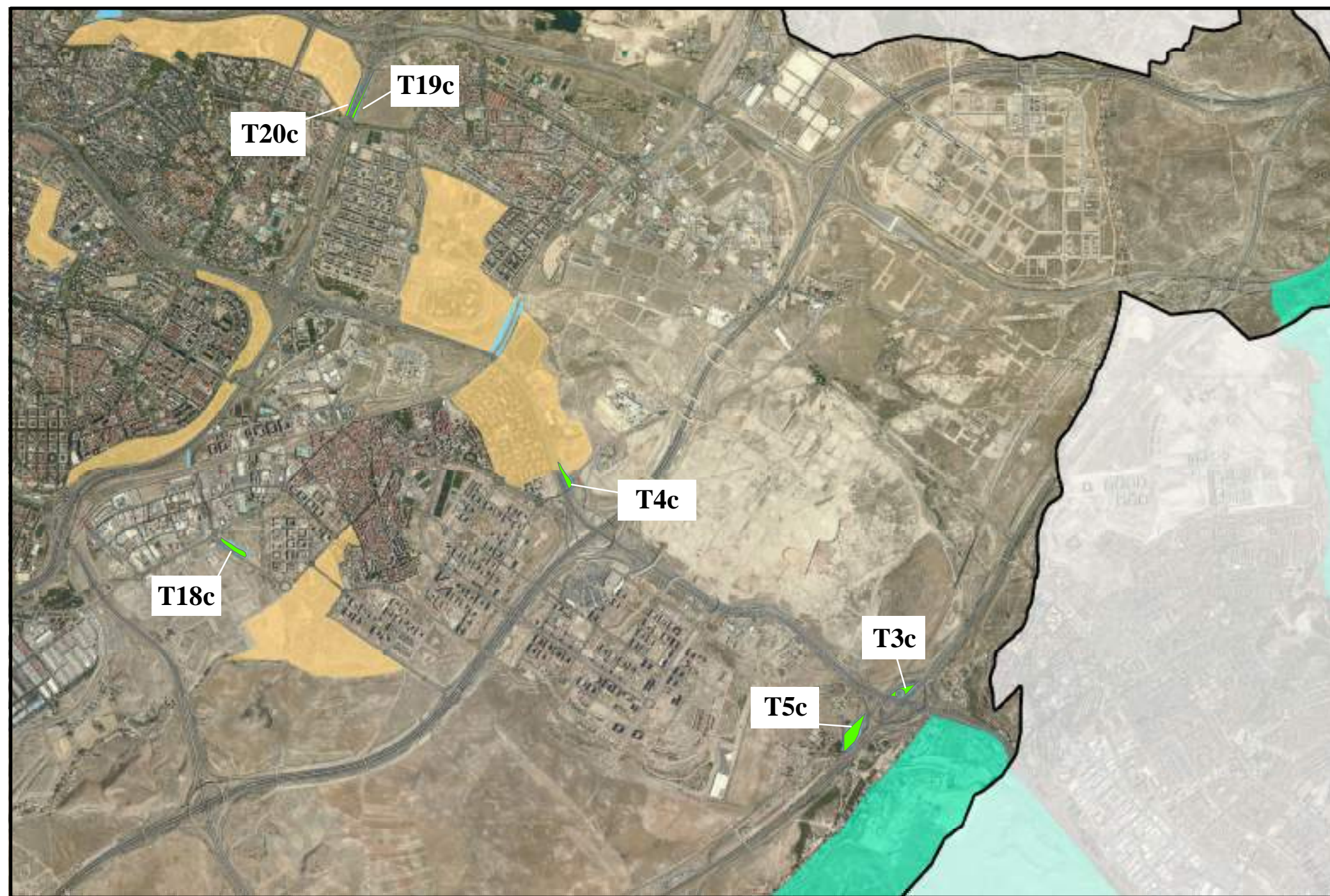
### Leyenda

- Ámbito de estudio
- Espacios naturales protegidos
- Zonas verdes de Madrid
- Taludes con conejos
- Taludes sin conejos






| Previsibles conectores ecológicos (conexión de carreteras)          |  |   |  |  |
|---|--|---|--|--|
| 1 Autov. del Nordeste   | 5 Cam. de los Ingenieros               | 10 Av. Francisco Pi y Margall; Av. Niceto Alcalá Zamora; Crta. Estación de Hortaleza; C/ Roquetas de Mar; Av. de San Luis | 12 C/Alcalde Sainz de Baranda; Av. Nazaret; Paseo John Lenon; C/ Antonio Arias | 15 C/ Ramón Pérez de Ayala; C/ Benjamín Palencia; C/ del Bosco       |
| 2 A-3   | 6 M-500; A-6                           | 11 C/ Marquesado de Sta. Mata; C/ de Josefa Valcárcel; Av. Veinticinco de Septiembre; C/ de Alcalá                        | 13 M-23; M-30  | 16 Av. del Mayorazgo; C/ Cocherón de la Villa; Av. de la Albufera    |
| 3 A-4; M-301; Av. de los Rosales                                    | 7 Crta. Madrid-El Pardo; M-605; M-30   |   | 14 C/ Vía Carpetana; C/de Caramuel   | 17 E-5; Cam. Viejo de Vicálvaro; Av. de la Democracia; Av. de Daroca |
| 4 Av. Rafaela Ybarra; Crta. Carabanchel - Villaverde; C/ Villalonso | 8 M-40                                 |   |  |  |
|   | 9 C/Antonio Machado; C/Sinesio Delgado |   |  |  |

Fig. 7: Mapa de análisis de la presencia de conejos en taludes de carretera de la ciudad de Madrid y su entorno





## Leyenda

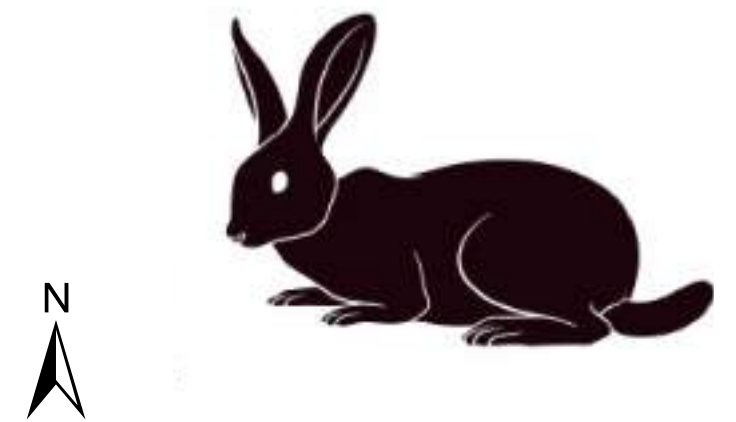
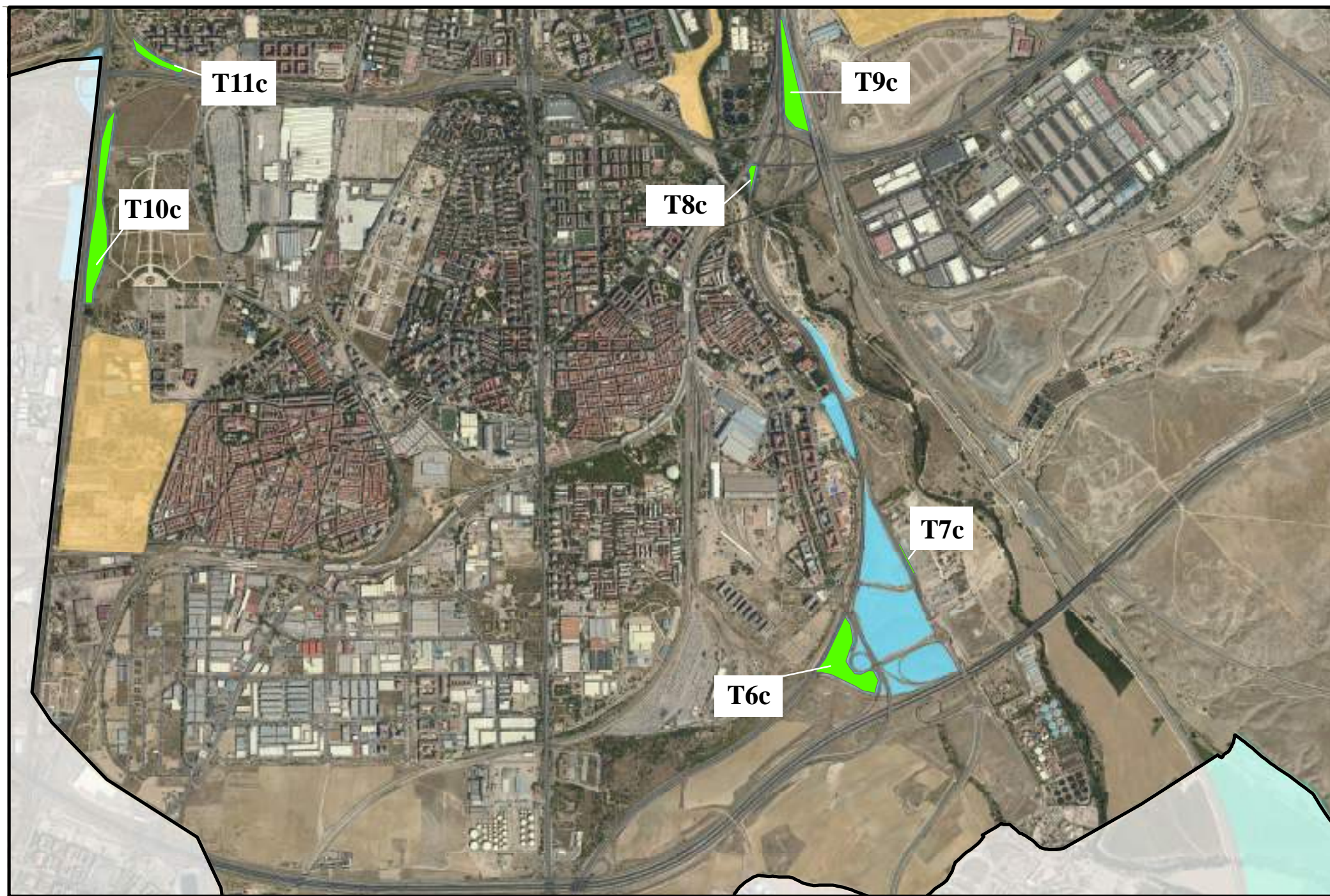
-  Ámbito de estudio
-  Espacios naturales protegidos
-  Zonas verdes de Madrid
-  Taludes con conejos
-  Taludes con conejos seleccionados

0 0,5 1 2 Km



Fig. 8: Mapa selección de taludes de carretera con conejos de la ciudad de Madrid y su entorno (sector sudeste)





### Leyenda






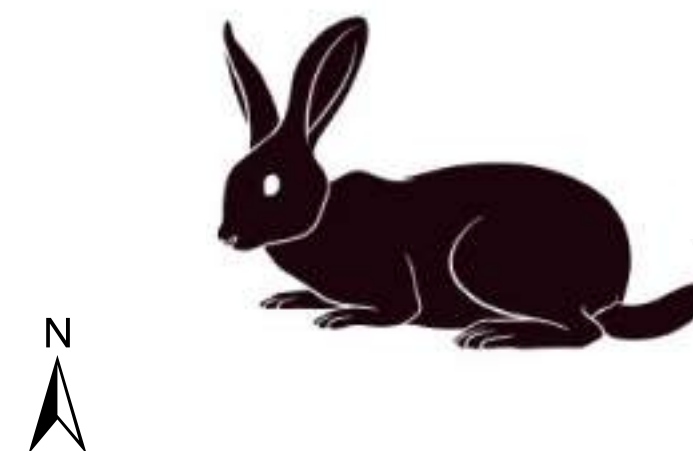
-  Ámbito de estudio
-  Espacios naturales protegidos
-  Zonas verdes de Madrid
-  Taludes con conejos
-  Taludes con conejos seleccionados






Fig. 9: Mapa selección de taludes de carretera con conejos de la ciudad de Madrid y su entorno (sector suroeste)





### Leyenda

-  Zonas verdes de Madrid
-  Taludes con conejos
-  Taludes con conejos seleccionados

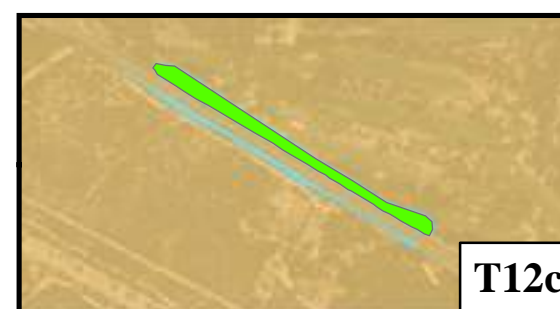
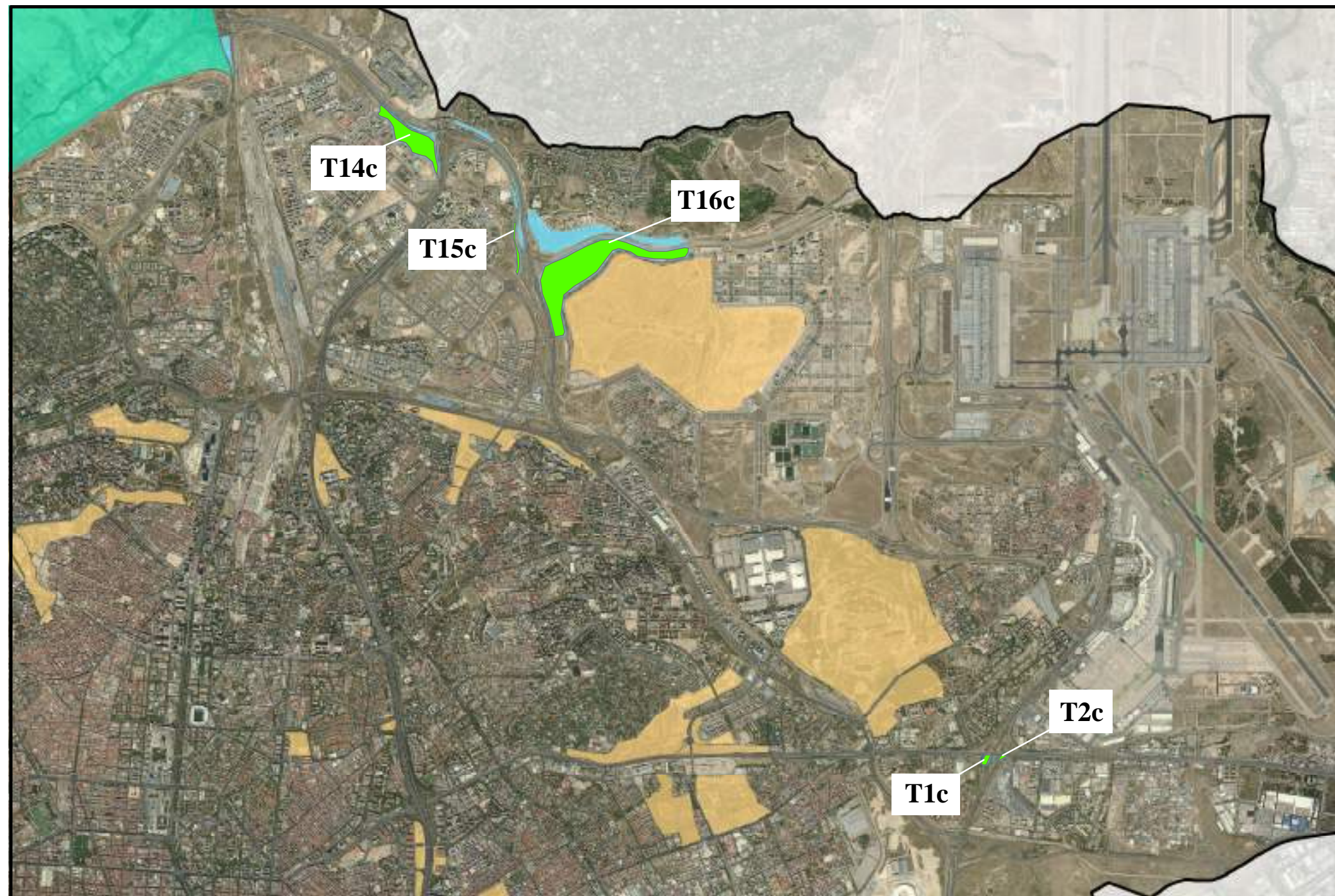


Fig. 10: Mapa selección de taludes de carretera con conejos de la ciudad de Madrid y su entorno (sector noroeste)





0 0,5 1 2 Km



## Leyenda






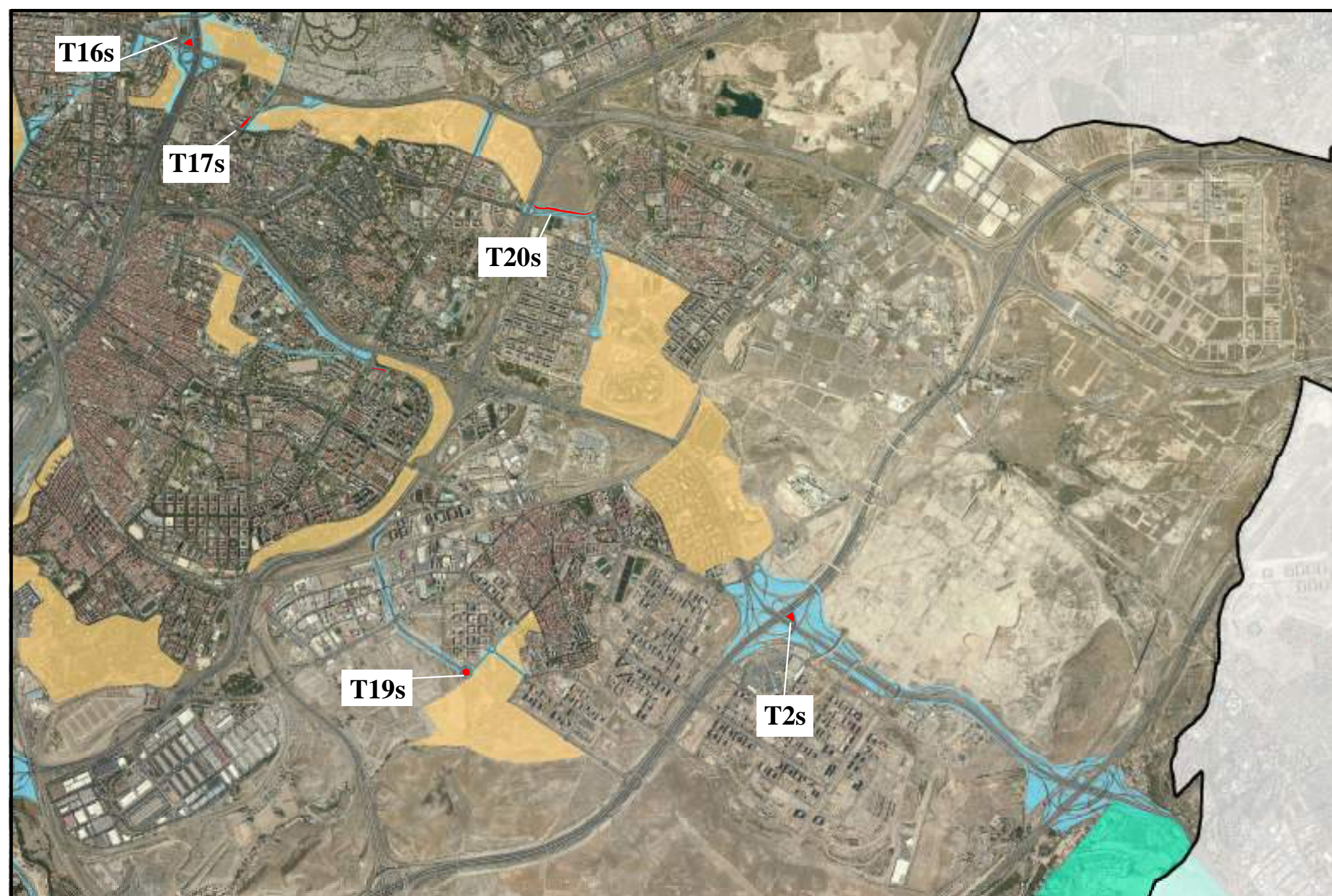
-  Ámbito de estudio
-  Espacios naturales protegidos
-  Zonas verdes de Madrid
-  Taludes con conejos
-  Taludes con conejos seleccionados



Fig. 11: Mapa selección de taludes de carretera con conejos de la ciudad de Madrid y su entorno (sector nordeste)





## Leyenda






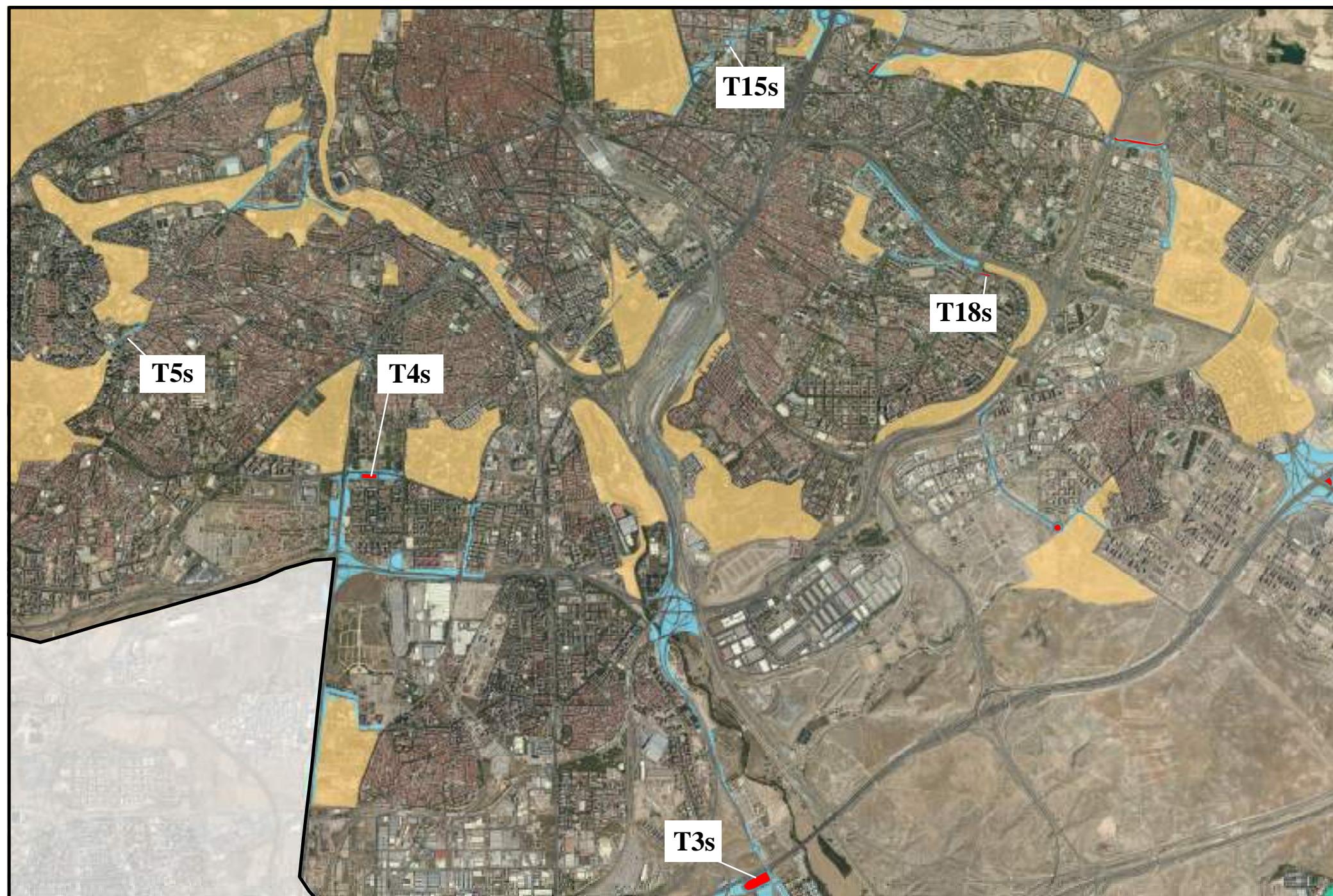
-  Ámbito de estudio
-  Espacios naturales protegidos
-  Zonas verdes de Madrid
-  Taludes sin conejos
-  Taludes sin conejos seleccionados







Fig. 12: Mapa selección de taludes de carretera sin conejos de la ciudad de Madrid y su entorno (sector sudeste)





# Leyenda

- 
Ámbito de estudio
- 
Zonas verdes de Madrid
- 
Taludes sin conejos
- 
Taludes sin conejos seleccionados

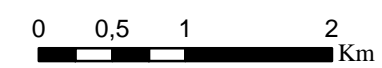


Fig. 13: Mapa selección de taludes de carretera sin conejos de la ciudad de Madrid y su entorno (sector suroeste)





## Leyenda




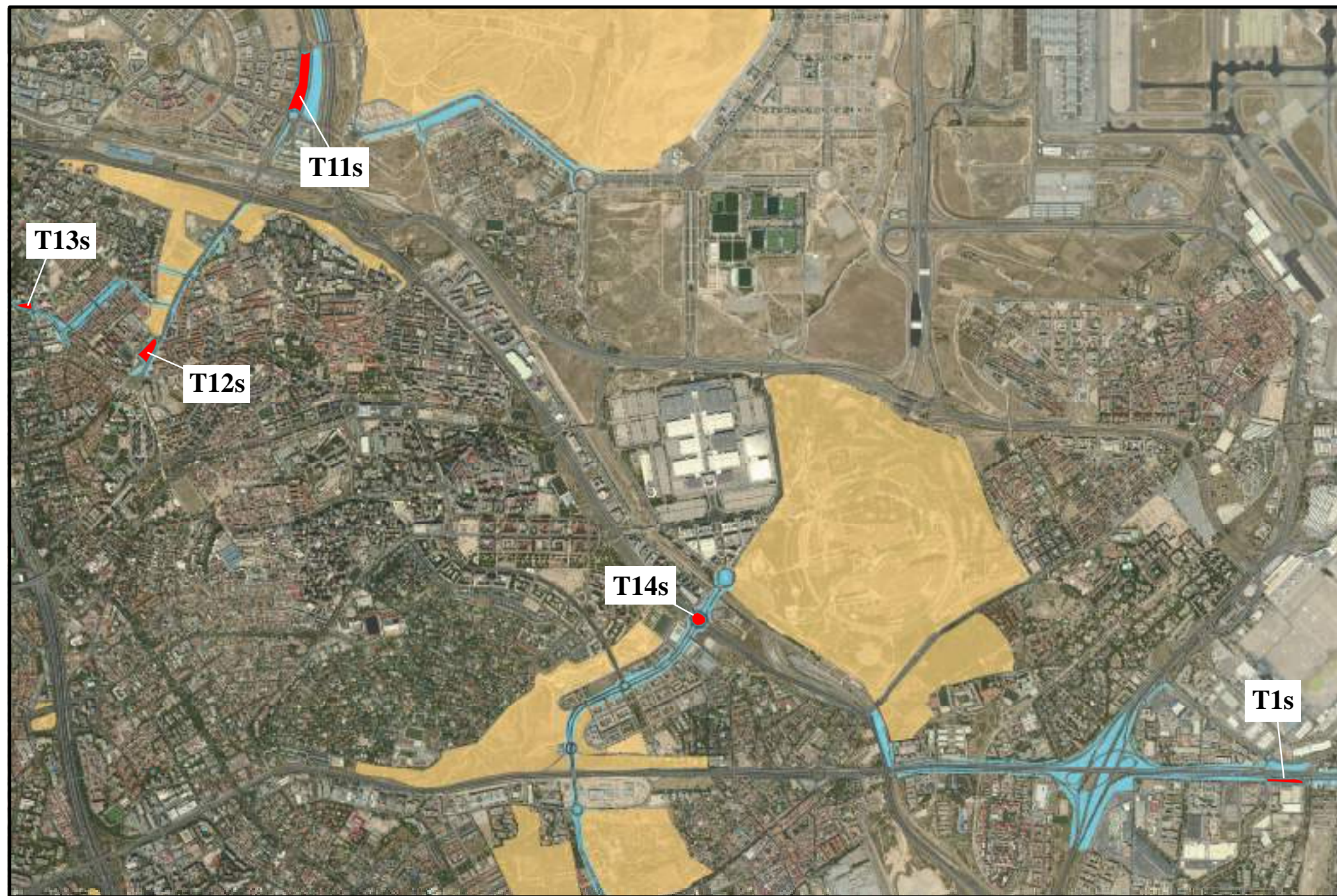
-  Zonas verdes de Madrid
-  Taludes sin conejos
-  Taludes sin conejos seleccionados



Fig. 14: Mapa selección de taludes de carretera sin conejos de la ciudad de Madrid y su entorno (sector noroeste)





## Leyenda

- Zonas verdes de Madrid
- Taludes sin conejos
- Taludes sin conejos seleccionados

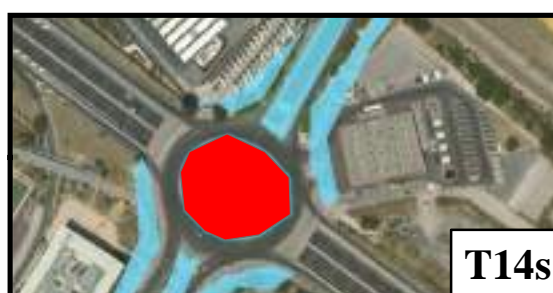
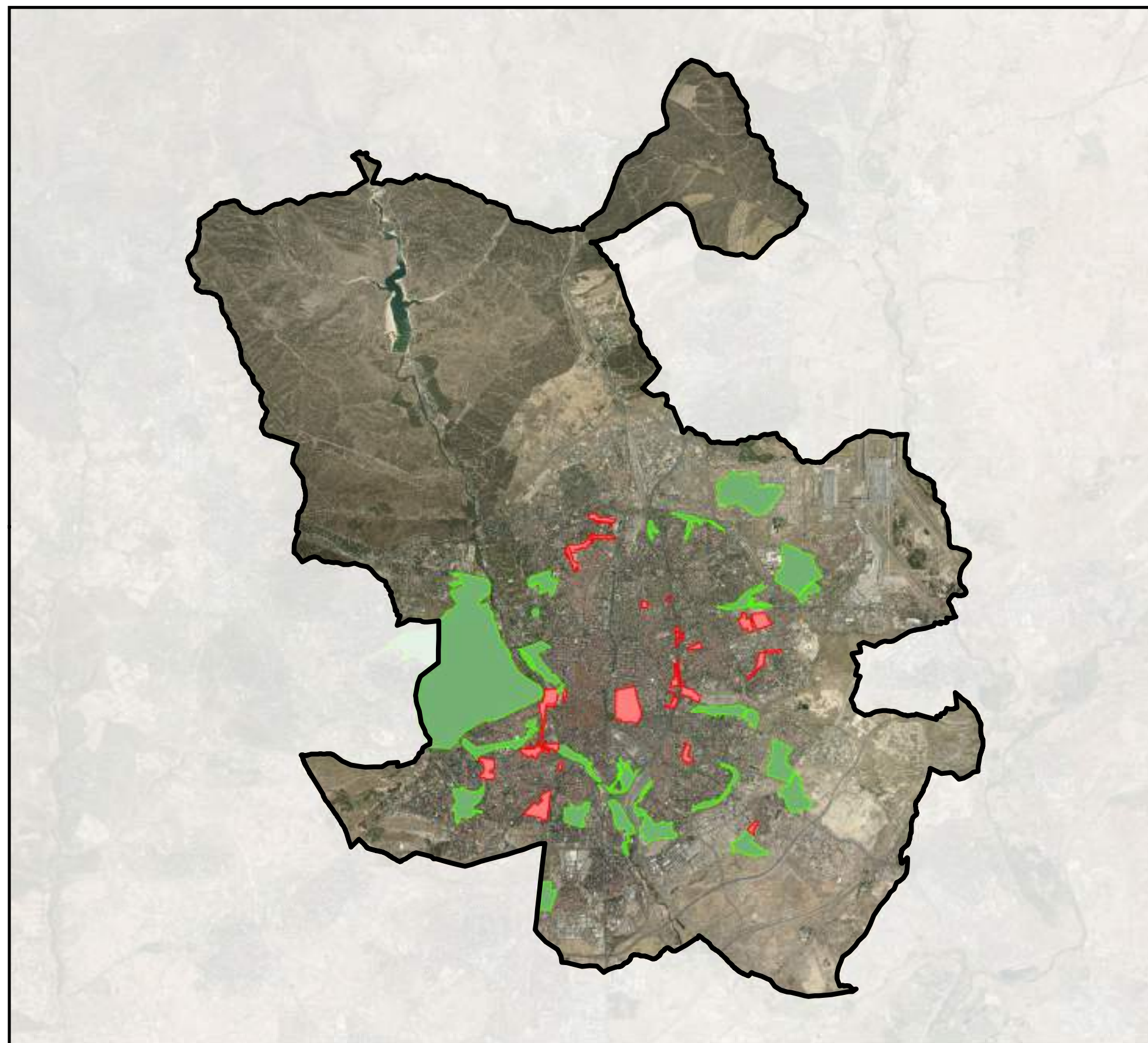


Fig. 15: Mapa selección de taludes de carretera sin conejos de la ciudad de Madrid y su entorno (sector nordeste)





0 2,5 5 10 Km



### Leyenda



Ámbito de estudio



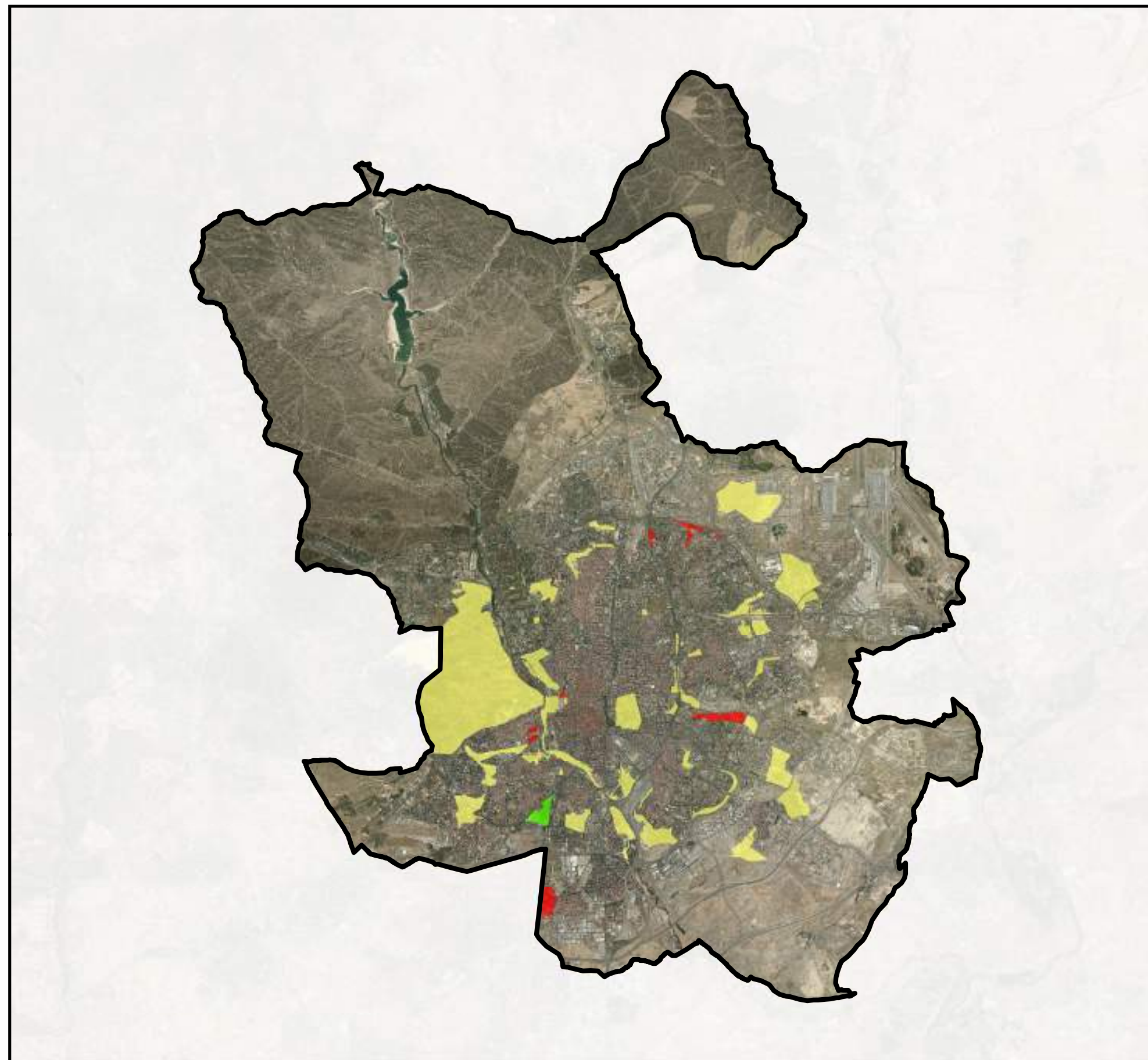
Zonas verdes visitadas  
con presencia de conejo



Zonas verdes visitadas en  
las que no se detecta conejo

Fig. 16: Mapa de la distribución del conejo en la ciudad de Madrid y su entorno ambiental más próximo en el año 2016






0 2,5 5 10 Km



### Leyenda

 Ámbito de estudio

#### Tendencias (2016-2019)

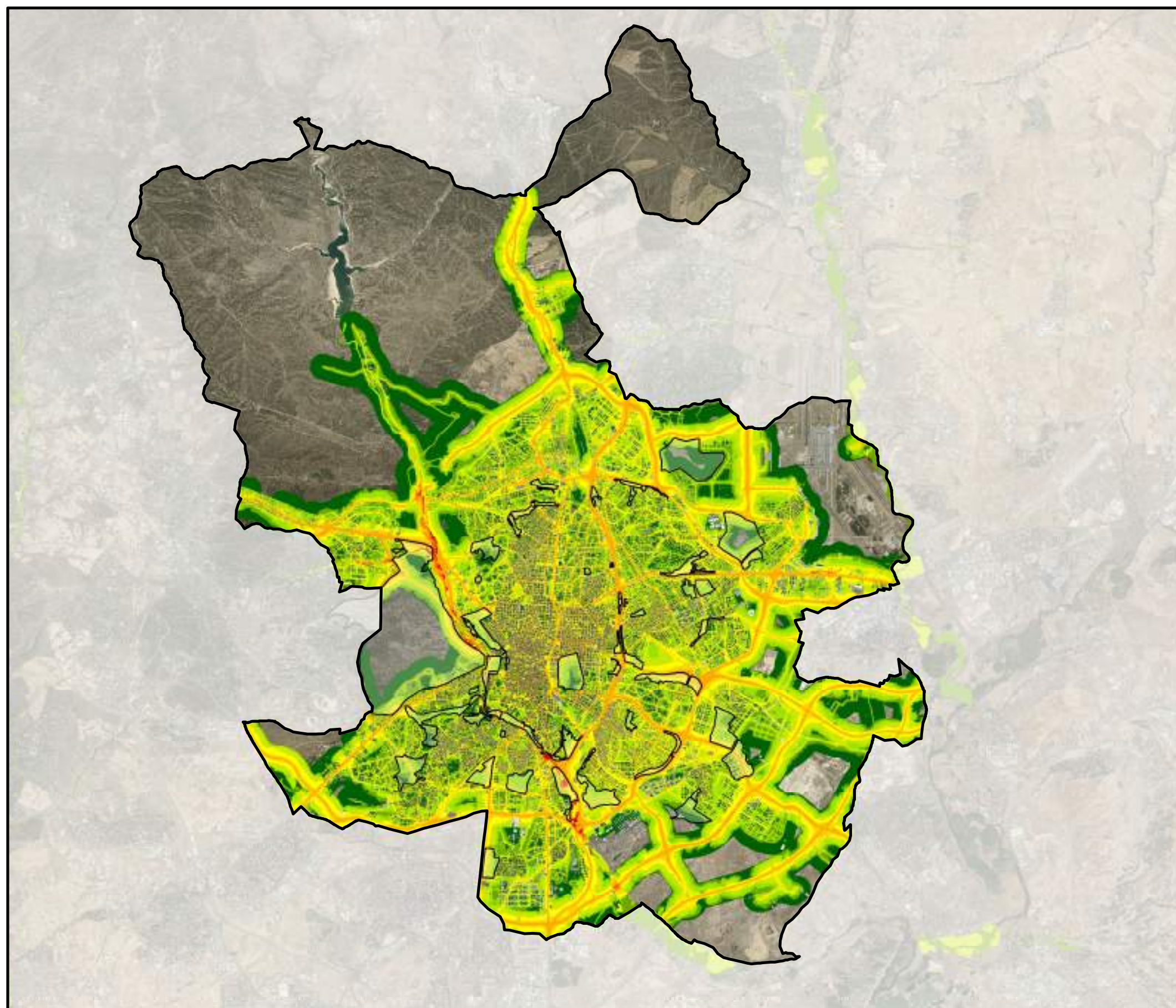
 Población desaparecida

 Población estable

 Población nueva

Fig. 17: Mapa de tendencias de la distribución del conejo en la ciudad de Madrid y su entorno ambiental más próximo entre los años 2016 y 2019






0 2,5 5 10 Km



## Leyenda

 Ámbito de estudio

 Zonas verdes de Madrid

## Nivel de molestias

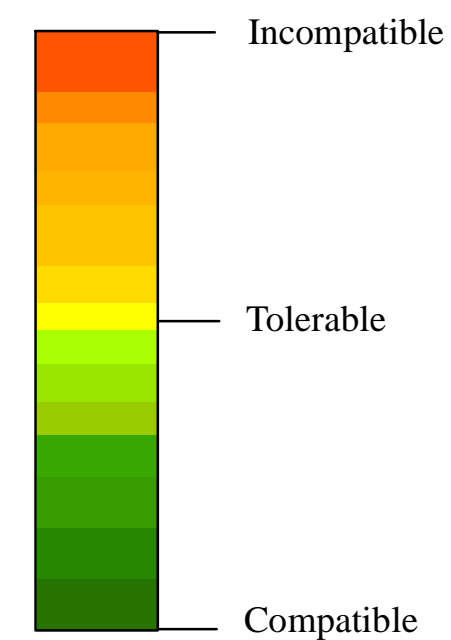
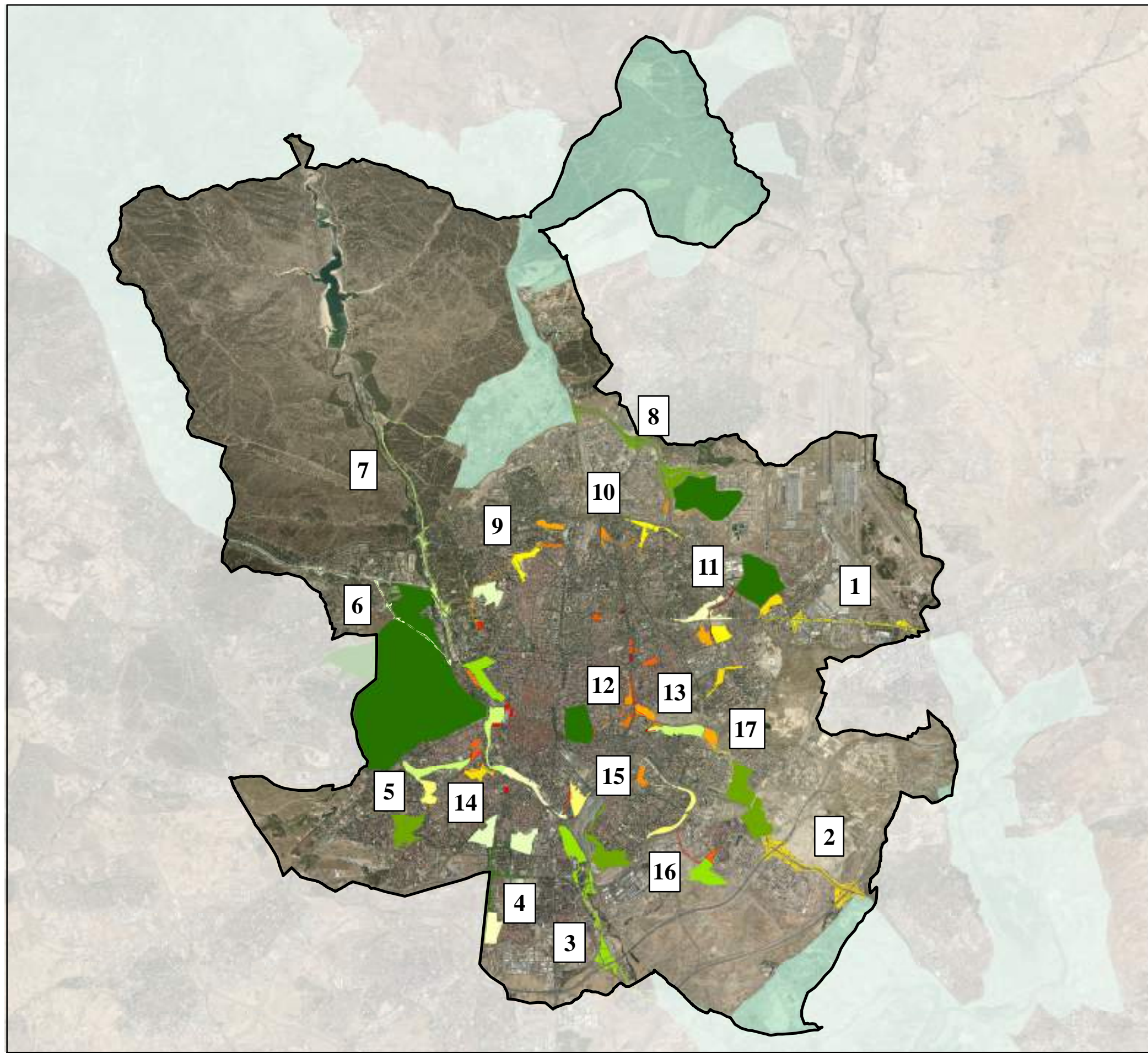


Fig. 18: Mapa de las molestias causadas por los usos de suelo de la ciudad de Madrid





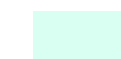
0 2,5 5 10 Km



## Leyenda



Ámbito de estudio



Espacios naturales protegidos

## Nivel de permeabilidad



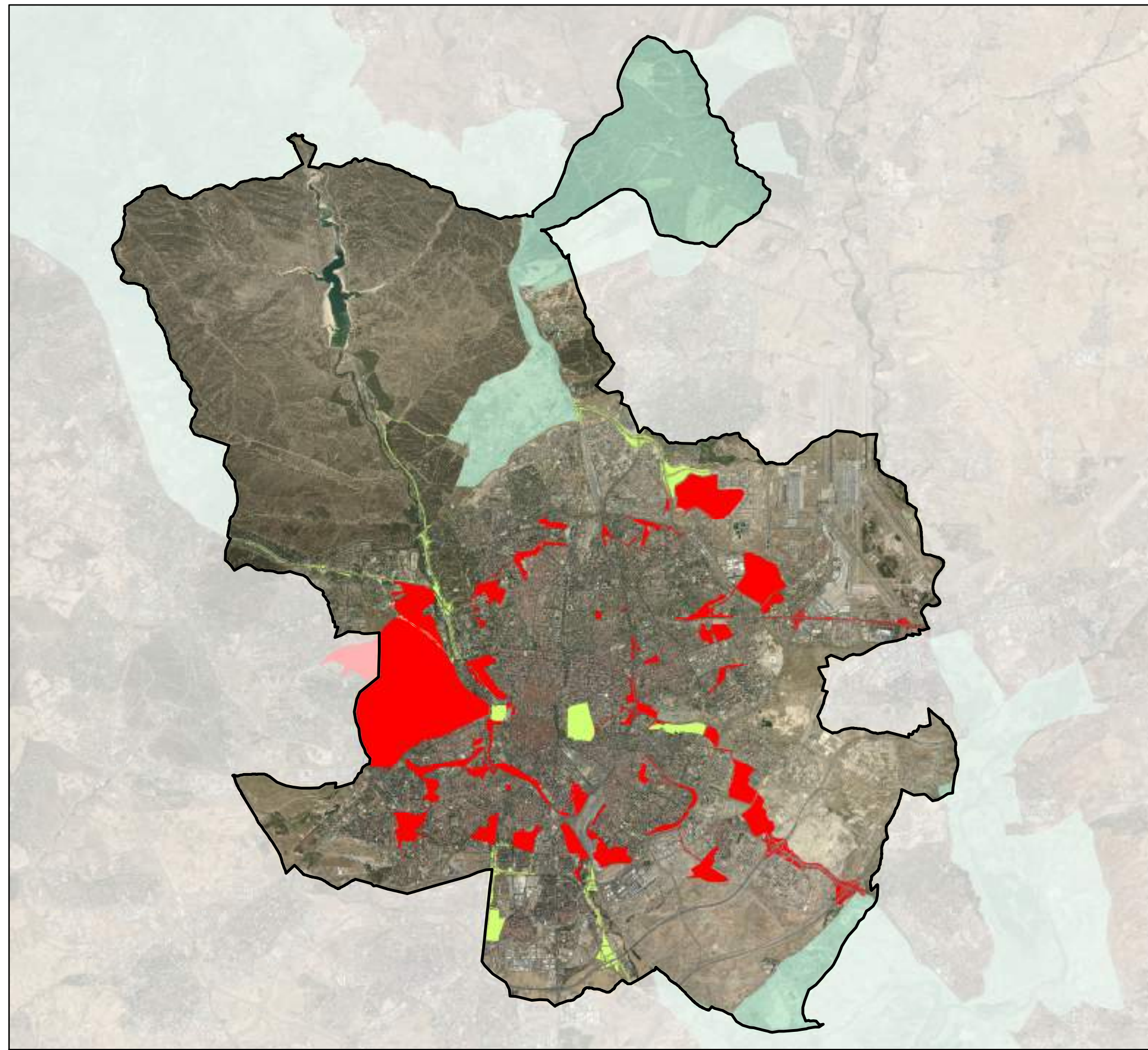
Alta

Media

Baja

Fig. 19: Mapa de permeabilidad de la infraestructura verde de la ciudad de Madrid y su entorno

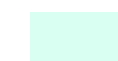




## Leyenda

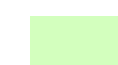


Ámbito de estudio



Espacios naturales protegidos

## Zonas evaluadas



Espacios seleccionados  
para restaurar



Espacios seleccionados  
sin resturación prevista

0 2,5 5 10  
Km

Fig. 20: Mapa de las zonas seleccionadas para la renaturalización de la ciudad de Madrid y su entorno